

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Univerzitní studijní programy

Studijní program Mechatronika

Analýza problematiky závad elektronických klapek sání motoru Audi 2,7 TDi a
3,0 TDi - principy, příčiny, řešení

Analysis of The Specific Defects of Electronics Intake Valves for Engine Audi
2,7 TDi and 3,0 TDi - Principles, Causes, Solutions

Student:

Bc. Petr Obruča

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Šimoník, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Obruča**
Studijní program: N3943 Mechatronika
Studijní obor: 3906T007 Automobilová elektronika
Téma: **Analýza problematiky závad elektronických klapek sání motoru Audi 2,7 TDi a 3,0 TDi - principy, příčiny, řešení**
Analysis of The Specific Defects of Electronics Intake Valves for Engine Audi 2.7 TDi and 3.0 TDi - Principles, Causes, Solutions

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši přesného popisu aplikovaného koncepčního řešení a funkčních vlastností elektronických klapek sání motoru Audi 2,7 TDi a 3,0 TDi.
2. Na reálném vzorku proveďte praktické ověření funkčního principu a vlastností. Dále se zabývejte analýzou a přesným popisem možných závad tohoto subsystému.
3. Dle pokynů vedoucího diplomové práce vypracujte pasáž zabývající se doporučeným řešením pro odstranění závad.

Seznam doporučené odborné literatury:


VLK, F.: Elektronické systémy motorových vozidel 1, 2. Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, Brno 2002, ISBN 80-238-7282-6
VLK, F.: Elektrická zařízení motorových vozidel. Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, Brno 2005, ISBN 80-239-3718-9
ŠTĚRBA, P.: Elektrotechnika a elektronika automobilů. Computer press, Praha, 2004
ERJAVEC, J.: Automotive Technology: A Systems Approach, 4th Edition, USA 2004, Thomson Learning, 1401 str., ISBN 1-4018-4831-1
RIBBENS, B., W.: Understanding Automotive Electronics, Sixth Edition, USA 2003, Elsevier Science, 480 str., ISBN 0-7506-7599-3
BOSCH technické brožury, žluté sešity 1996-2009

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Šimoník, Ph.D.**

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 15.05.2013


doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Petr Noskiewič, CSc.
prorektor pro studium

Místopřísežné prohlášení studenta

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě 15. 5. 2013

.....

Petr Obruča

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 ods. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1988 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 15. 5. 2012

.....

Petr Obruča

Jméno a příjmení autora práce:

Petr Obruča

Adresa trvalého pobytu autora práce:

U Parku 1a – Ostrava 1

PSČ: 70200

Poděkování

Děkuji Ing. Petru Šimoníkovi, Ph.D. za hodnotné rady, odborné vedení a hlavně za čas, který mi věnoval během vedení mé práce.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá analýzou problematiky závad elektronických klapek sání automobilu značky Audi, konkrétně verzemi motoru 2,7 a 3,0 TDi. První část je zaměřena na teoretický popis sacího systému obou vznětových motorů, s následným detailním rozбором elektronických klapek sání. Druhá část se věnuje praktickým měřením elektronických klapek sání, čímž je ověřena funkce a chování tohoto subsystému v závislosti na provozním režimu motoru. Třetí část se věnuje detailnímu popisu vyskytujících se závad na tomto subsystému a také jsou zde shrnuty dostupné způsoby, vedoucí k eliminaci závad. Celkové shrnutí práce je obsaženo v závěru.

Klíčová slova:

Elektronické klapky sání, sací systém, Audi, TDi

Abstract

This thesis analyzes the issue of electronic defects intake valves of car brand Audi, specifically engine version 2,7 and 3,0 TDi. The first part focuses on the theoretical description of both the intake system diesel engines, followed by a detailed analysis of electronic intake valves. The second part deals with practical measurements of electronic intake valves, which is verified by function and behavior of the subsystem depending on the engine operating mode. The third part is devoted to a detailed description of the occurring faults in the subsystem there are also summarized available ways to eliminate the defects. Overall summary of the work is contained in the conclusion.

Keywords:

Electronic intake valves, intake system, Audi, TDi

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1</i>	<i>Sací systém automobilu Audi V6 3,0TDi [13]</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 2</i>	<i>Komponenty sacího systému motoru 2,7 TDi a 3,0 TDi</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 3</i>	<i>Přehled typů přeplňování spalovacích motorů</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 4</i>	<i>Popis turbodmychadla s variabilní geometrií lopatek [13]</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 5</i>	<i>Regulační klapka sacího potrubí [10]</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 6</i>	<i>Sací okruh motoru s mezichladičem stlačeného vzduchu [13]</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 7</i>	<i>Řez sacího kanálu Audi 3,0 TDi [5]</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 8</i>	<i>Popis systému recirkulace výfukových plynů (EGR) [5]</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 9</i>	<i>Sběrné sací potrubí s elektronickými klapkami sání [6]</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 10</i>	<i>Ovládání elektronických klapek sání [5]</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 11</i>	<i>Nízké otáčky motoru [5]</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 12</i>	<i>Vysoké otáčky motoru [5]</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 13</i>	<i>Řízení motoru Bin V6 3,0 TDi 165 kW [5]</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 14</i>	<i>Detail propojení klapky při jejím měření</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 15</i>	<i>Konektor klapky</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 16</i>	<i>Měření pravé klapky sání na vozidle Audi A6 2,7 TDi</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 17</i>	<i>Průběh trendu střídý po zapnutí zapalování</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 18</i>	<i>Průběh trendu střídý po zapnutí zapalování s následným startem a akcelerací motoru</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 19</i>	<i>Průběh trendu střídý při vypnutí motoru</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 20</i>	<i>Průběh trendu střídý při testu akčního členu</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 21</i>	<i>Měření pravé klapky sání na vozidle Audi A6 3,0 TDi</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 22</i>	<i>Načtení chybových kódů v ŘJ motoru</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 23</i>	<i>Průběh trendu střídý po zapnutí zapalování</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 24</i>	<i>Průběh trendu střídý po zapnutí zapalování s následným startem a akcelerací motoru</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 25</i>	<i>Průběh trendu střídý po vypnutí motoru s následným okamžitým startem a akcelerací</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 26</i>	<i>Měření na vzorku klapky zapojeného místo levé klapky motoru (Bank 2)</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 27</i>	<i>Načtení chybových kódů v ŘJ motoru</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 28</i>	<i>Průběh trendu střídý po zapnutí zapalování</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 29</i>	<i>Průběh trendu střídý po zapnutí zapalování (detail)</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 30</i>	<i>Měření na motorku elektronické klapky sání</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 31</i>	<i>Průběh řídicího napětí seřizovače klapky při zapnutém zapalování</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 32</i>	<i>Elektronická klapka sání s motorkem</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 33</i>	<i>Rozebrané tělo motorku elektronické klapky sání</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 34</i>	<i>Komponenty rozebrané elektronické klapky sání</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 35</i>	<i>Lůžka (pouzdra) uložení osy klapky</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 36</i>	<i>Otočný kloub vsunutý do osy klapky</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 37</i>	<i>Tlačná tyč klapky sání</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 38</i>	<i>Osa klapky</i>	<i>52</i>

<i>Obrázek 39 Detail úbytku hmoty osy klapky.....</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 40 Opravná sada elektronické klapky sání.....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 41 Detail repasovaných částí elektronické klapky sání.....</i>	<i>56</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Popis pinů konektoru klapky</i>	<i>33</i>
<i>Tabulka 2 Specifikace vznětového motoru 2,7 TDi</i>	<i>34</i>
<i>Tabulka 3 Specifikace vznětového motoru 3,0 TDi</i>	<i>40</i>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

DPF	diesel particulate filter (filtr pevných částic)
ECM	engine control module (řídící modul motoru)
ETC/EGAS	electronic throttle control (elektronický plynový pedál)
EGR	exhaust-gas recirculation (recirkulace výfukových plynů)
HC	hydrocarbon (uhlovodík)
OBD	On Board Diagnostic (systém palubní diagnostiky)
PWM	pulse width modulation (pulzně šířková modulace)
ŘJ	řídící jednotka
ŘJM	řídící jednotka motoru
TDI	Turbo Direct Injection (přepřlňovaný vznětový motor s přímým vstřikováním)
VW	Volkswagen

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	7
SEZNAM TABULEK	8
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	9
Úvod.....	12
1 Analýza vlastností sacího systému vznětového motoru.....	14
1.1 Funkce sacího systému.....	14
1.2 Sací systém čtyřdobého vznětového motoru 2,7 TDi a 3,0 TDi	15
1.2.1 Sací potrubí	16
1.2.2 Vzduchový filtr	17
1.2.3 Přepínání motoru.....	17
1.2.4 Regulační klapka.....	20
1.2.5 Mezichladič stlačeného vzduchu	21
1.2.6 Sací kanál.....	22
1.2.7 Systém zpětného vedení výfukových plynů (EGR).....	23
1.2.8 Elektronické klapky sání.....	24
1.3 Řízení motoru.....	29
2 Praktická měření	31
2.1 Diagnostika automobilů	31
2.1.1 Sériová diagnostika	31
2.1.2 Paralelní diagnostika	32
2.2 Popis měření elektronické klapky sání na vozidlech Audi	32
2.2.1 Měření na vznětovém motoru 2,7/132kW TDi.....	34
2.2.2 Měření na vznětovém motoru 3,0/171kW TDi.....	38
2.2.3 Měření vzorku klapky napojené na vznětovém motoru 3,0/171kW TDi	43
2.2.4 Měření na motorku elektronické klapky sání.....	45
2.3 Zhodnocení výsledků měření	47
3 Závady vznikající na elektronických klapkách sání	48
3.1 Rozbor subsystému klapky.....	48
3.2 Závady vznikající na komponentech klapky.....	50
3.3 Předpokládané možnosti řešení závad vznikajících na elektronických klapkách	53
3.3.1 Deaktivace elektronických klapek sání.....	54
3.3.2 Opravná sada elektronické klapky sání.....	54

3.3.3 Repasované elektronické klapky sání	55
Závěr:	57
Seznam použité literatury.....	59
Seznam příloh	60

Úvod

Automobilová doprava významně ovlivňuje kvalitu životního prostředí. Je proto zcela samozřejmé, že se této problematice věnuje intenzivní pozornost na celém světě. První norma, zabývající se množstvím výfukových zplodin, vznikla v Kalifornii roku 1968. Na starém kontinentu začala platit první emisní norma až v roce 1971 - EHK 15. Počátkem devadesátých let minulého století nastal převrat v ekologickém posuzování motorových vozidel, když se začala zavádět emisní norma Euro, platná v zemích Evropské unie, která stanovuje limitní hodnoty výfukových exhalací. První Euro norma se objevila v roce 1992. Od té doby, téměř každé čtyři roky, vychází nová emisní norma, která zpřísňuje limity výfukových exhalací. Nyní platí pro nově vyrobené automobily norma Euro 5 a od září 2014 nastoupí v platnost norma Euro 6. Automobilové společnosti jsou nuceny vyvíjet stále nové systémy, vedoucí k poklesu vypuštěných výfukových zplodin do ovzduší. Snížení procentuálního obsahu jedovatých složek výfukových plynů je dosahováno, díky stále se zlepšujícího elektronického řízení motoru a použitím katalyzátoru, který je součástí výfukového potrubí. Dalším systémem, který efektivně snižuje emise a je hojně používán, se nazývá systém recirkulace výfukových plynů EGR. Detailnější popis je uveden v první kapitole diplomové práce. Za zmínku stojí uvést velmi diskutovaný systém tzv. filtr pevných částic DPF, který se začal používat s přicházející normou EU 4 a EU 5 u vznětových motorů. DPF je zařízení, odstraňující karcinogenní pevné částice (saze) z výfukových plynů. Bohužel je u řidičů dosti neoblíbený, protože je značně poruchový a náklady na opravu jsou velmi vysoké. Systému, který bude uveden a slouží také ke snížení emisí, se věnuje celá tato diplomová práce. Jedná se o elektronické klapky sání, které slouží k lepšímu usměrnění proudění vzduchu do válců, v závislosti na aktuálních otáčkách a zatížení motoru s ohledem na emise. Tento systém používá, mimo jiné, automobilová společnost Audi, konkrétně u modelů s motorizací 2,7 TDi a 3,0 TDi.

Myšlenka této práce vznikla na základě stále více se objevujících poruch elektronických klapek sání v automobilech značky Audi, konkrétně u verzí 2,7 TDi a 3,0 TDi. Tento problém poměrně výrazně ovlivňuje kvalitu provozu tohoto auta a jako řešení se používá prakticky pouze výměna celého kusu problémového dílu. To je finančně velmi nákladné. Na mnoha internetových diskuzích lze získat velké množství názorů a mnohdy i zavádějících informací k této problematice. Mnohé funkční specifikace z řad laické veřejnosti jsou zcela nepřesné a neucelené. Toto je dáno tím, že se touto záležitostí zabývají stále více laici bez hlubšího pochopení celé problematiky. Zadáním tedy bylo

vytvořit diplomovou práci, která dá jasné rozřešení problému a také nabídne metodiku, jak postupovat při analýze a měření. Dále má práce poskytnout věrné a fakticky správné záznamy a průběhy jak dobrých, tak i špatných elektronických klapků sání.

1 Analýza vlastností sacího systému vznětového motoru

Před samotným popisem koncepčního řešení a popisu funkčních vlastností elektronických klapek sání motoru Audi 2,7 TDi a 3,0 TDi je potřeba popsat sací systém motoru a jeho komponenty, které jsou v něm obsaženy.



Obrázek 1 Sací systém automobilu Audi V6 3,0TDi [13]

1.1 Funkce sacího systému

Hlavní funkcí sacího systému vznětových motorů je zásobování válců motoru čerstvě nasátým vzduchem. U motoru s přímým vstřikováním dochází k mísení nasátého vzduchu s palivem až ve válcích. Množství nasávaného vzduchu je nutné korigovat s ohledem na zatížení motoru. Pokud by docházelo k nasávání příliš velkého množství vzduchu do válců, došlo by ke snížení objemu určeného pro palivo ve válci. Tento stav se nazývá plnění chudou směsí. V tomto provozním režimu se nevyužívá plný výkonový potenciál motoru. Tento způsob obohacování motoru je vhodný zvláště při volnoběžných otáčkách motoru nebo při nízkém zatížení. Dosahuje se tak snížení spotřeby paliva. V opačném případě, ve kterém je do válců přiváděno nedostatečné množství vzduchu se jedná o plnění bohatou směsí. Tento děj má za následek nedokonalé spalování paliva ve válcích. Zbytek nespáleného paliva putuje do výfukové soustavy, kterou poškozuje. Tento stav má nepříznivý vliv na emise, spotřebu paliva a výkon motoru. Proto je důležité přesně regulovat přísun vzduchu do válců v závislosti na zatížení motoru. Sací systém má zásadní vliv na výkon motoru. Z pohledu sacího systému má největší vliv na výkon motoru velikost tlaku plnicího vzduchu. Platí pravidlo, že čím vyšší bude mít nasávaný vzduch tlak, tím více je ho možné dopravit do válce. Vlivem zvýšení intenzity vzduchu může být

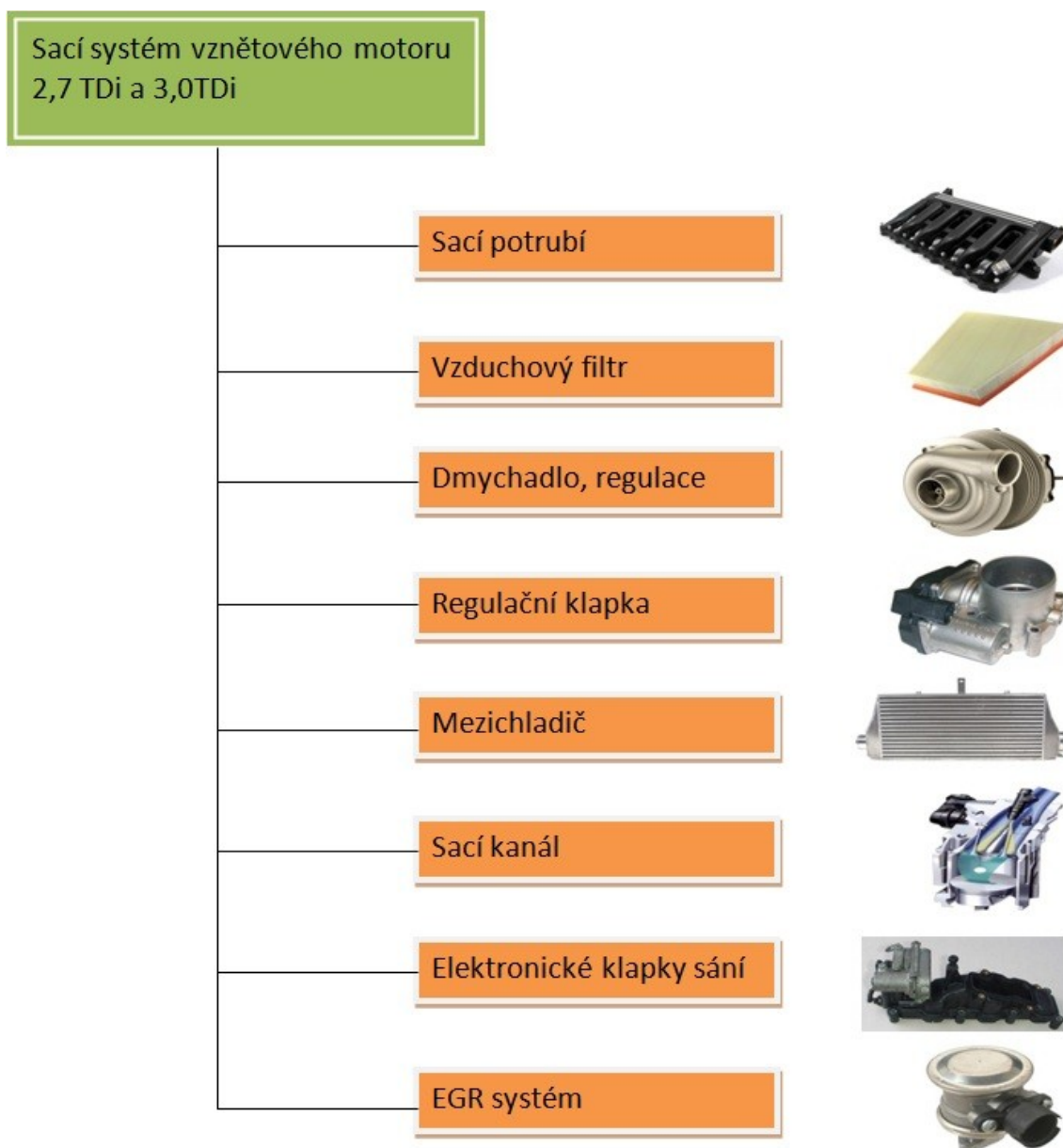
do válce přivedeno o to větší množství paliva a díky tomu je dosaženo vyššího výkonu motoru. Dalším významným činitelem je i teplota nasávaného vzduchu. Nižší teplota vzduchu má menší hustotu a díky toho můžeme nasát větší množství směsi do válce. Proto je vzduch před vstupem do válců ochlazován. [4]

Požadavky na sací systémy

- Co nejmenší tlakové ztráty
- Vysoká kvalita řízení tvorby směsi
- Naplnění válců musí být ve všech provozních režimech motoru co nejlepší
- Do válců musí být přiváděna nová náplň

1.2 Sací systém čtyřdobého vznětového motoru 2,7 TDi a 3,0 TDi

V níže uvedeném schématu je popis jednotlivých částí sacího systému pro konkrétní typ motoru použitého u automobilky Audi. Oproti běžným přeplňovaným motorům jsou zde navíc obsaženy elektronické klapky sání.



Obrázek 2 Komponenty sacího systému motoru 2,7 TDi a 3,0 TDi

1.2.1 Sací potrubí

Z důvodu snížení hmotnosti a stlačení nákladů na výrobu se používá k výrobě sacího potrubí převážně plast značky Zytel, který vyniká svými dobrými teplotními a pevnostními vlastnostmi. V porovnání s potrubím vyrobeným z hliníkových slitin má plastové potrubí daleko hladší plochy vnitřních stěn a velmi přesnou geometrii vnitřních povrchů. Nasátý vzduch prochází vzduchovým filtrem dále přes sací potrubí až k samotnému sacímu kanálu. Především u nepřepřlňovaných motorů má na výkon vliv délka a objem sacího potrubí. Pro vyšší krouticí moment v nízkých otáčkách je ideální dlouhé sací potrubí. Naopak pokud je potřeba vysokého výkonu ve vyšších otáčkách, je potřeba co nejkratší potrubí. V dnešní době se tento problém vyřešil použitím tzv. rezonančního sacího potrubí. Dalším parametrem, který ovlivňuje výkon motoru je objem potrubí.

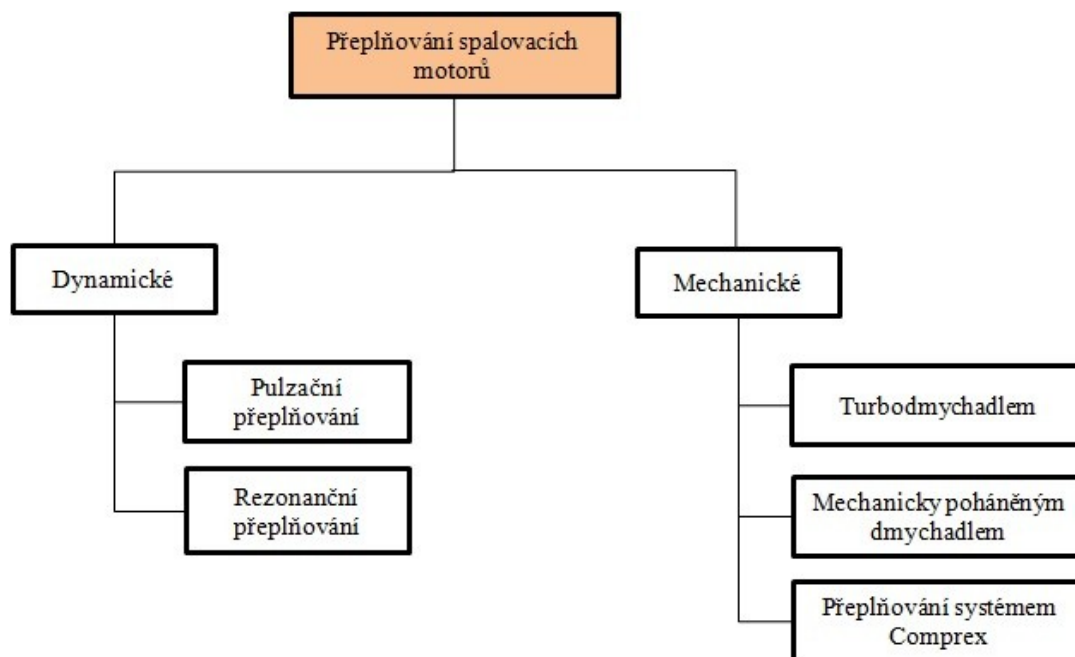
Obecně platí, že čím větší je objem potrubí, tím je lepší plnění válců. U přeplňovaných motorů, jejichž sací systém obsahuje dmychadlo, které má za úkol vytvářet optimální tlak plnění, má sací potrubí funkci jen transportní. [7, 8]

1.2.2 Vzduchový filtr

Vzduch obsahuje malé částičky prachu. Mazací olej ve spojení s částicemi prachu vytváří v bloku motoru tzv. brusnou pastu, která při chodu motoru nadměrně opotřebovává plochy pístů, válců a ventilů. Tomuto nežádoucímu jevu zabraňuje vzduchový filtr. Existuje několik typů čističů vzduchu. Nejpoužívanější u osobních vozidel je tzv. suchý filtr. Tento druh čističe vzduchu odstraňuje pevné částice na principu filtrace. K zachycování prachu slouží filtrační vložka, která je vyrobena převážně ze skládaného papíru. Životnost takového filtru je okolo 30000 až 100000 km. Při zaneseném filtru se do sacího systému dostává menší množství vzduchu a tak motor citelně ztrácí výkon. Proto je důležité filtr při zanesení vyměnit. Existují například sportovní filtry, které mají lepší průchodnost vzduchu, ale následkem toho se do motoru dostává větší množství prachu a sníží se tak životnost motoru. Pro extrémně prašná prostředí se používají čističe s olejovou náplní. [3]

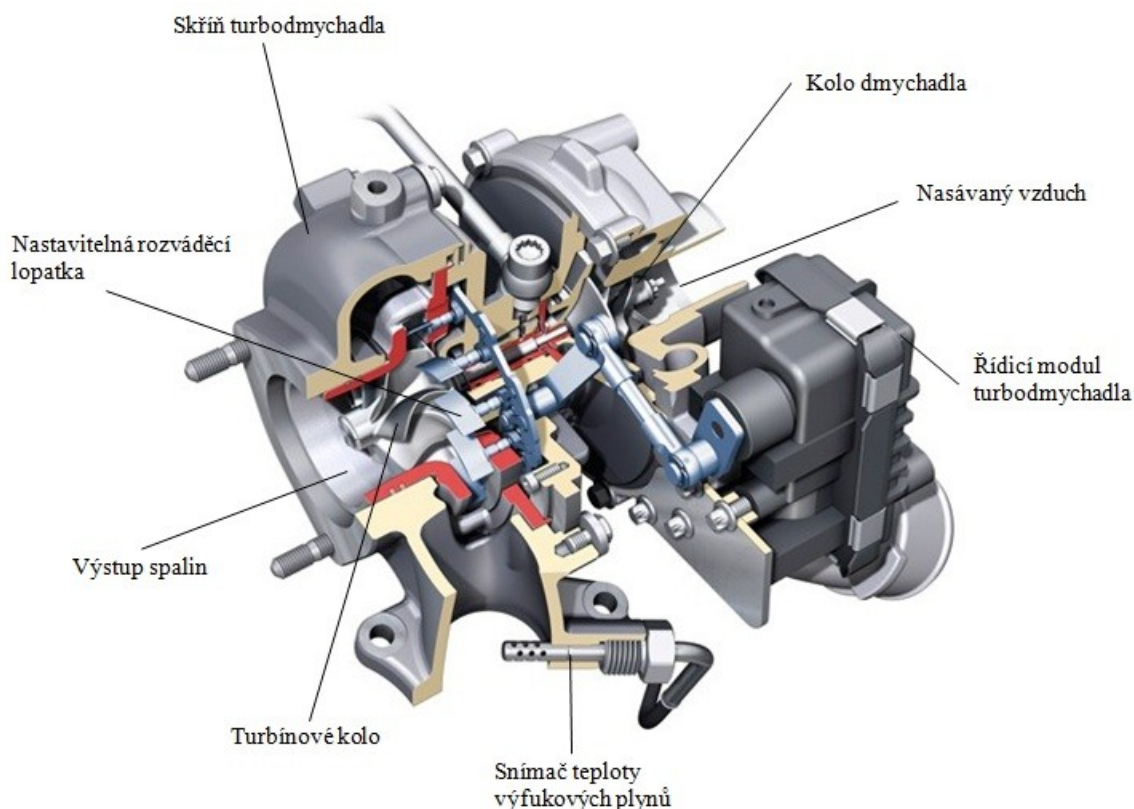
1.2.3 Přeplňování motoru

Hlavním účelem přeplňování motoru je dopravit do válců větší množství vzduchu a tím umožnit i přísun většího množství paliva. Díky tomu je u přeplňovaných motorů dosaženo vyššího výkonu při srovnatelně nižší spotřebě paliva. Přeplňované motory také vykazují menší hodnoty emisí. Hlavní rozdělení druhu přeplňování je následovné:



Obrázek 3 Přehled typů přepíňování spalovacích motorů

Přepíňováním motoru turbodmychadlem je dosaženo zvýšené plnicí účinnosti, což způsobí značné zvýšení výkonu motoru v rozsahu 20-90 %. Spaliny proudící z motoru pohánějí turbínu a ta následně pohání dmychadlo, které nasává čerstvý vzduch z okolí a dopravuje ho s přetlakem do válců motoru. Turbodmychadlo dosahuje otáček v rozsahu 50000-100000 ot/min. Hřídel turbodmychadla je uložena na ložiskách, která jsou mazána olejem použitým z motorového prostoru. Je tedy zapotřebí kvalitní plně syntetický olej, aby nedocházelo k nadměrnému opotřebování. Vzhledem k vysokým teplotám, kterými jsou komponenty dmychadla vystavovány, je potřeba použití vysoce kvalitních žáruvzdorných materiálů. Díky značnému navýšení výkonu motoru se zvýší spalovací tlaky při plném zatížení motoru, což vyžaduje zesílení konstrukce klikového mechanismu. Jednou z dalších nevýhod je vyšší hlučnost motoru, způsobená vysokými otáčkami turbodmychadla. V automobilu značky Audi s motorem 2,7 TDi a 3,0 TDi je použito turbodmychadlo s variabilní geometrií lopatek, proto je popsán pouze tento typ systému regulace plnicího tlaku.

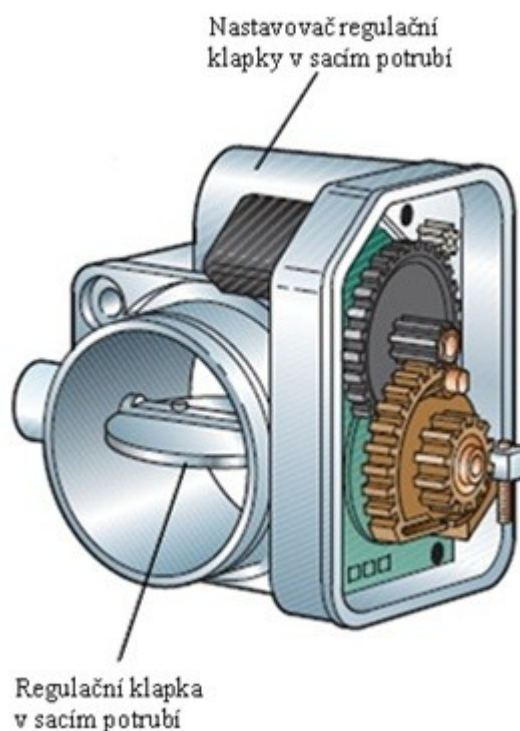


Obrázek 4 Popis turbodmychadla s variabilní geometrií lopatek [13]

U variabilního turbodmychadla se plnicí tlak řídí přestavováním rozváděcích lopatek turbíny. Pro regulaci plnicího tlaku zde platí rovnice kontinuity toku tekutin. Ta nám říká, že čím menší má potrubí průřez, tím rychleji objem plynu potrubím proudí. Díky tomu prochází turbínou celý objem výfukových plynů. Vodící lopatky turbíny řídí proud výfukových plynů, což zaručí to, že turbína pracuje nezávisle na otáčkách motoru. Pohyb rozváděcích lopatek je zajištěn podtlakovou komorou nebo elektronickou jednotkou. Díky tomu je možno pro každý provozní stav nastavit optimální plnicí tlak. Celý systém pak pracuje tak, že při nízkých otáčkách motoru, kdy je požadován dostatečný plnicí tlak se pomocí nastavitelných rozváděcích lopatek zmenší průřez, kterým proudí výfukové plyny na lopatky turbíny. Díky zmenšenému průřezu proudí výfukové plyny rychleji a roztočí turbínové kolo do vyšších otáček. Vysoké otáčky turbíny zvýší plnicí tlak a to vyvolá zvýšení točivého momentu v nízkých otáčkách motoru. Naopak při vysokých otáčkách motoru je zapotřebí, aby nebyl plnicí tlak překročen. Rozváděcí lopatky turbíny se nastaví tak, že dojde ke zvýšení vstupního průřezu a proud výfukových plynů otáčí turbínovým kolem rychlostí, která je potřebná pro zachování výkonu turbodmychadla. Před rozváděcími klapkami dojde k poklesu tlaku výfukových plynů. [1, 2, 13]

1.2.4 Regulační klapka

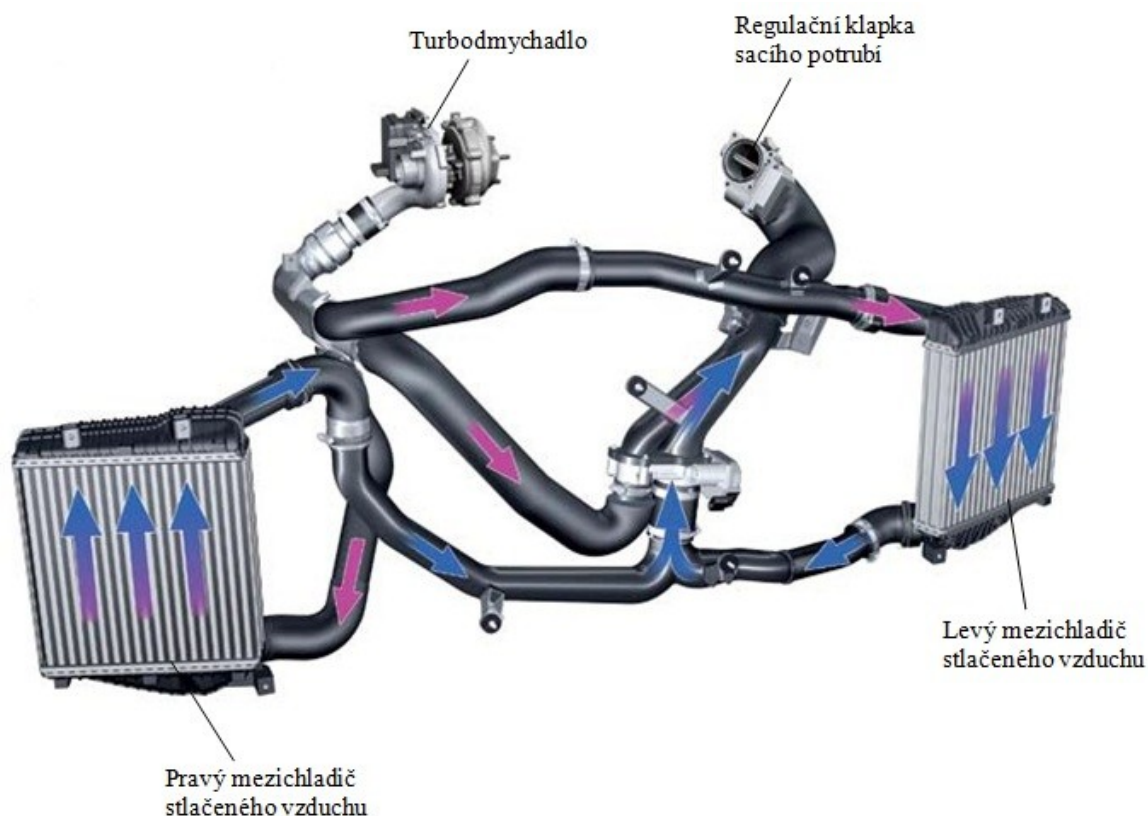
U zážehových motorů se používá termín škrticí klapka, která plní funkci regulace nasávaného vzduchu, popřípadě směsi paliva se vzduchem. Změnou úhlu natočení škrticí klapky, se mění množství nasávaného vzduchu (směsi) a tím i výkon motoru. V dnešní době je úhel otevření škrticí klapky řízen převážně elektronicky. Použitím elektronického pedálu akcelerace (EGAS), není mezi plynovým pedálem a škrticí klapkou žádné mechanické propojení. V závislosti na sešlápnutí plynového pedálu se elektronicky reguluje průtočné nastavení škrticí klapky. U vznětových motorů se používá termín regulační klapka nebo klapka sacího potrubí. Klapka je umístěna před společné sběrné potrubí, ovšem oproti škrticí klapce u benzínových motorů plní jinou funkci. Vzhledem k tomu, že rozdíl tlaku mezi výfukovou částí a sací částí není dostatečně velký, z důvodu velkého množství zpětně vedených spalin, které jsou u naftových motorů potřebné, je ke zvýšení podtlaku a přesné regulace množství zpětně vedených výfukových plynů do systému zavedena regulační klapka. Tato klapka je integrována do sacího potrubí. Přiškrtili se regulační klapka, potom se zpětně nasává více výfukových plynů a méně čistého vzduchu. Tato klapka je aktivována jen v nízkých otáčkách a při malém zatížení motoru. Při zhasínání motoru se klapka uzavře předčasně, čímž je zabráněno přístupu čerstvého vzduchu a tím motor doběhne měkčeji, bez zachvění. Pokud dojde k poruše nastavování regulační klapky, tak se klapka trvale otevře. Na chodu motoru se tato závada neprojeví, ale dojde k narušení funkce recirkulace výfukových plynů a zvýší se chvění při zhasínání motoru.



Obrázek 5 Regulační klapka sacího potrubí [10]

1.2.5 Mezichladič stlačeného vzduchu

Mezichladič stlačeného vzduchu se používá u spalovacích motorů s přeplňováním. Výfukové plyny motoru pohánějí v turbodmychadle turbínové kolo a to společnou hřídelí dmychadlové kolo. Dmychadlo nasává čerstvý vzduch a po stlačení plní válce motoru. Stlačený plnicí vzduch v dmychadle se zahřívá až na teplotu okolo 180 °C. Vysoká teplota vzduchu snižuje objemové množství dopravovaného vzduchu do válců, což vede ke snížení výkonu motoru. Ke snížení teploty zahřátého vzduchu se mezi dmychadlo a motor umísťuje tzv. mezichladič stlačeného vzduchu. Snížením teploty vzduchu se zvýší jeho hustota. Vyšší hustota vzduchu při stejném objemu umožní použití většího množství paliva a tím je docíleno vyššího výkonu motoru. Mezichladiče, nebo-li výměníky tepla, se používají v provedení typu vzduch-vzduch, nebo kapalina-vzduch a jsou vyrobeny převážně z hliníku, kvůli dobrému vedení tepla. Mezichladič může být pro celý motor buď jeden, nebo se používá jeden pro řadu válců, jak je to například u motorů 2,7 TDi a 3,0 TDi automobilky Audi. Účinnost chlazení se dá zvýšit například zvětšením plochy umožňující předání tepla nebo zvětšením hmotnostního průtoku u kapalinového chlazení. [7, 8]

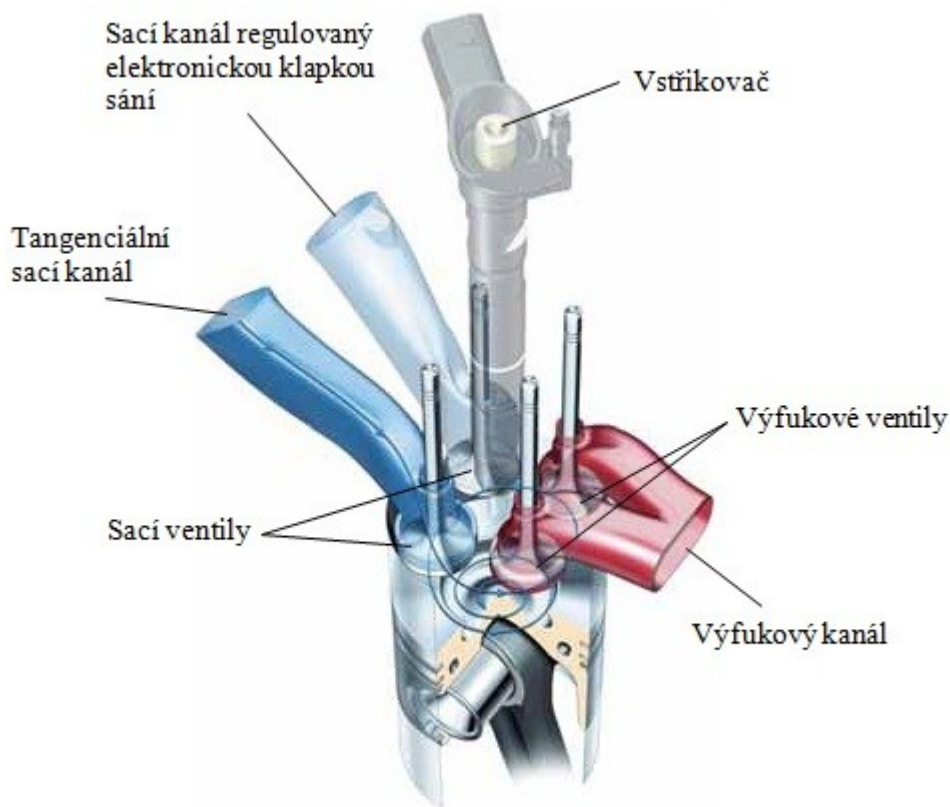


Obrázek 6 Sací okruh motoru s mezichladiči stlačeného vzduchu [13]

1.2.6 Sací kanál

Úkolem sacího kanálu je doprava vzduchu do válce. Při návrhu sacího kanálu se dbá na eliminaci tlakových ztrát, které vznikají při vedení vzduchu do válce. Pro dosažení co nejmenších tlakových ztrát, je potřeba konstruovat sací kanál co nejvíce kruhového tvaru. Optimalizace sacího kanálu má významný vliv na výkon motoru. Používají se dva typy konstrukce. Dvouventilová a modernější čtyřventilová konstrukce, u které má sací kanál pouze malé změny příčného průřezu, díky čemuž vzniká jen nepatrná změna směru směsi při vstupu do spalovacího prostoru, což způsobuje jen malé ztráty plnění a proudění vzduchu do válců. U dvouventilové konstrukce dochází k větším sacím ztrátám. Existují základní 3 druhy sacích kanálů a to přímý, tangenciální a šroubovitý. V automobilu Audi A6 s motorem 3,0 TDi je použita čtyřventilová technologie (dva sací a dva výfukové ventily na válec) s tangenciálním sacím kanálem. Tvar, velikost a uspořádání sacích a výfukových kanálů zajišťují dobrou objemovou účinnost a příznivý plnicí cyklus ve spalovací komoře. Tangenciální sací kanál, se používá převážně u motorů s přímým vstřikováním paliva. Tangenciální geometrie kanálu zabezpečuje vytvoření radiálního víru

vzduchu nasávaného do válce, což přispívá k lepšímu spálení paliva. Sníží se tak spotřeba paliva a obsah škodlivin ve výfukových plynech. [4, 8]

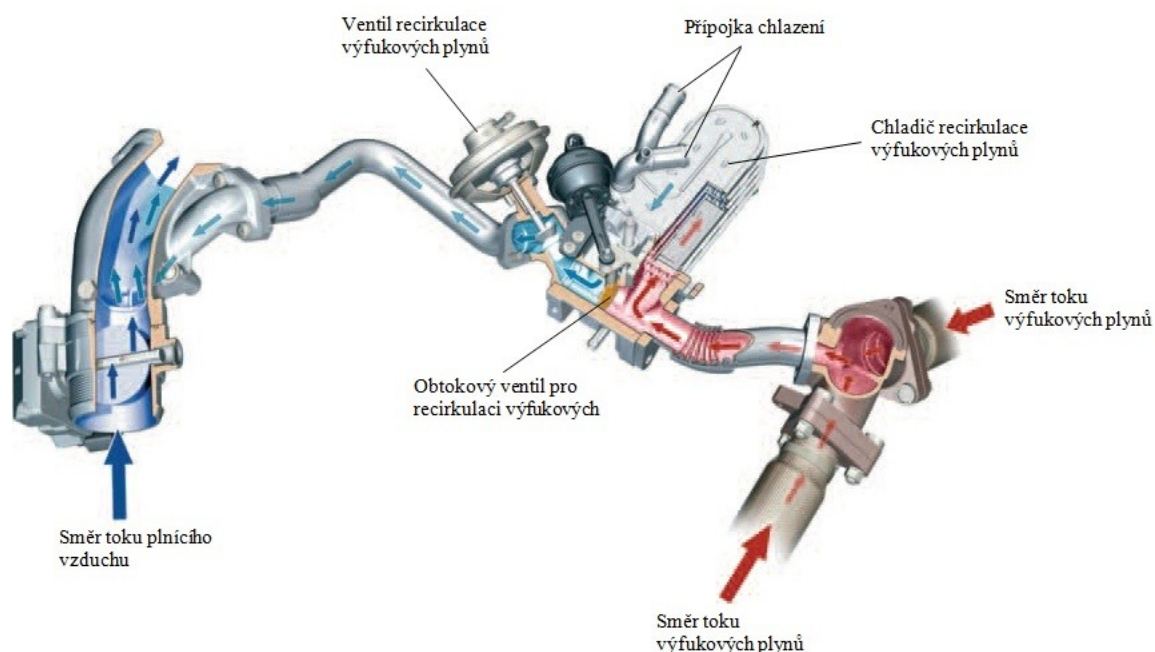


Obrázek 7 Řez sacího kanálu Audi 3,0 TDi [5]

1.2.7 Systém zpětného vedení výfukových plynů (EGR)

Recirkulací výfukových plynů se přivádí část spalin do sacího traktu, čímž dochází ke snížení emisí škodlivých látek. V závislosti na provozním režimu motoru se nasává směs čerstvého vzduchu a plynů s podílem až 40% výfukových plynů. Tuto regulaci zajišťuje řídicí jednotka motoru, která měří skutečné množství čerstvého vzduchu a porovnává ho s požadovanou hodnotou nasávaného vzduchu, potřebného pro konkrétní provozní režim motoru. Díky této regulaci je ovládán ventil recirkulace spalin tak, aby spaliny proudily do sacího traktu v přiměřeném množství. V případě přivedení příliš velkého množství spalin do sacího traktu, dojde k nárůstu uhlovodíku (HC), což zvýší spotřebu paliva a může vyvolat nerovnoměrný chod motoru. Systém recirkulace spalin je do činnosti uveden, až po zahřátí motoru na provozní teplotu, v oblasti nízkého zatížení motoru. Naopak k deaktivaci tohoto systému, dochází při studeném motoru a při plném zatížení motoru, kde je potřeba bohaté směsi pro spalování. Ventil EGR je aktivován podtlakem od elektromagnetického ventilu v závislosti na otáčkách a teplotě motoru. EGR

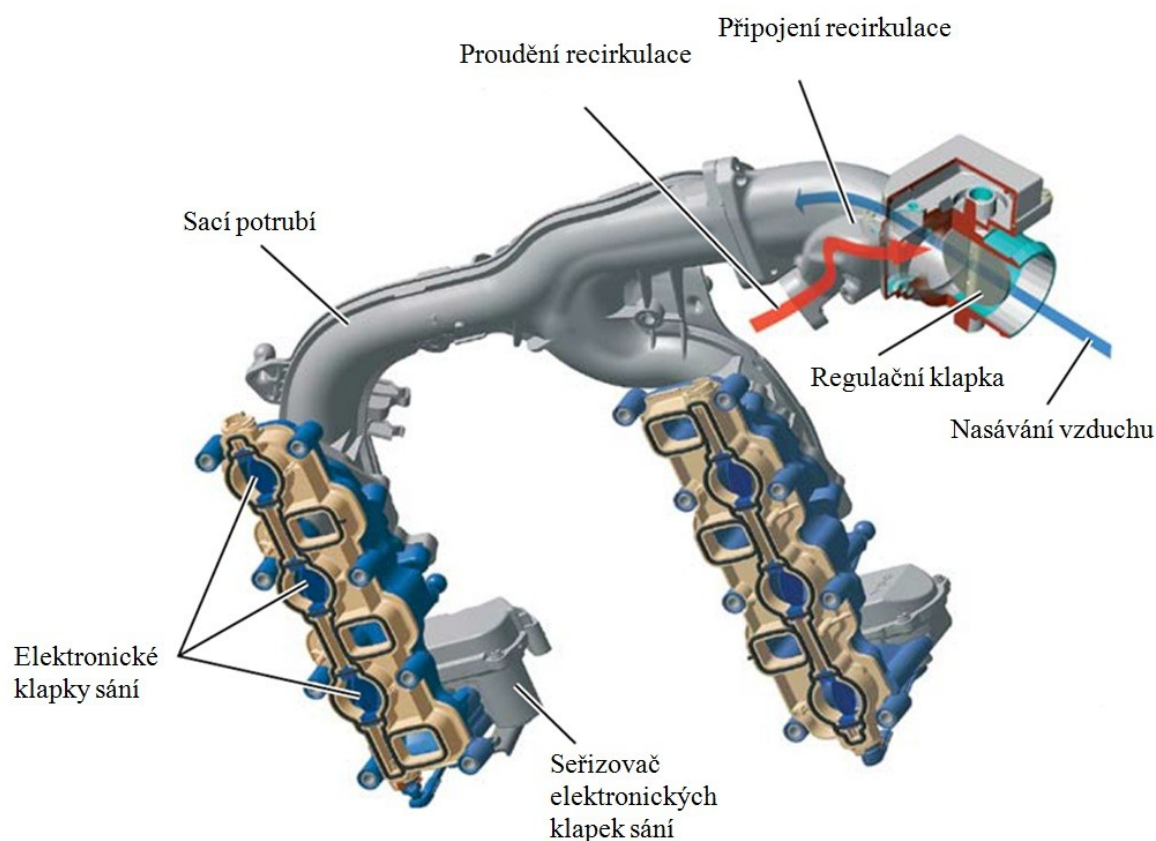
ventil je umístěn mezi sběrné výfukové potrubí a sací potrubí. Moderní spalovací motory s přeplňováním, jsou doplněny chladičem recirkulace výfukových plynů, z důvodu lepší plnící účinnosti motoru. [1, 3, 13]



Obrázek 8 Popis systému recirkulace výfukových plynů (EGR) [5]

1.2.8 Elektronické klapky sání

Elektronické klapky sání, které mohou být plynule regulovány, jsou integrovány do sacího potrubí. Ty jsou použity k usměrnění proudění vzduchu do válců, v závislosti na aktuálních otáčkách a zatížení motoru s ohledem na emise, spotřebu a točivý moment. Jsou ovládány proudově, určitou frekvencí, jejich poloha je sdělována ve formě pulzně šířkové modulace střídavy s poměrem sepnutí 20 až 80 %. Řídicí jednotka motoru vyše požadavek o změně polohy klapky, elektronika klapky tento požadavek vykoná a následně vyše zpětnou informaci o poloze klapky v procentech otevření ŘJM. Poloha vířivých klapek je kontrolována snímačem polohy. Elektronické klapky jsou podle požadavků provozu s vrstvenou směsí otevřeny stále od určitých otáček motoru. Poloha elektronických klapek má rozhodující vliv na pohyb při plnění. Zavírání elektronických klapek sání, vytváří krouživý pohyb plnicího vzduchu kolem svislé osy spalovacího prostoru. Zvýšené proudění umožňuje optimální tvorbu směsi. [5, 6, 13]



Obrázek 9 Sběrné sací potrubí s elektronickými klapkami sání [6]

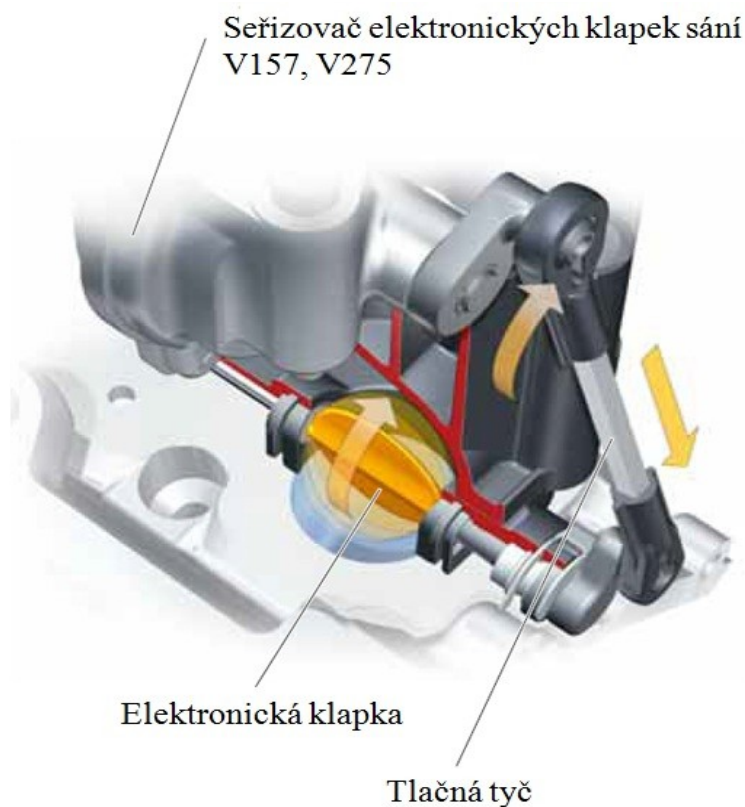
Recirkulace výfukových plynů:

Jedná se o vysokotlakou recirkulaci výfukových plynů. U vstupu výfukových plynů do sacího potrubí dochází ke kontrole průtoku nasávaného vzduchu, což má za následek zachování konstantní směsi čerstvého vzduchu a výfukového plynu.

Poloha regulační klapky:

Při uzavření regulační klapky dojde k zastavení motoru, toto snižuje efekt komprese a tím pádem hladší doběh motoru. Kromě toho lze také míru recirkulace výfukových plynů zvýšit skrze cílené, mapově kontrolované uzavření.

Elektronické klapky sání jsou ovládány vlastním motorem přes tlačnou tyč. Poloha motoru klapky je řízena řídicí jednotkou motoru (ŘJM). Integrovaný snímač slouží k získání zpětné vazby aktuální polohy elektronických klapky.

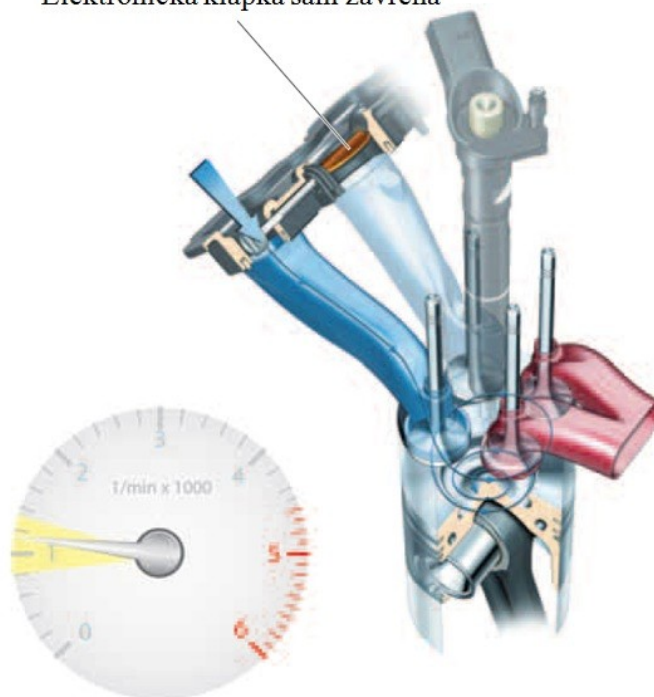


Obrázek 10 Ovládání elektronických klapek sání [5]

Popis regulace elektronických klapek sání v závislosti na provozním režimu motoru

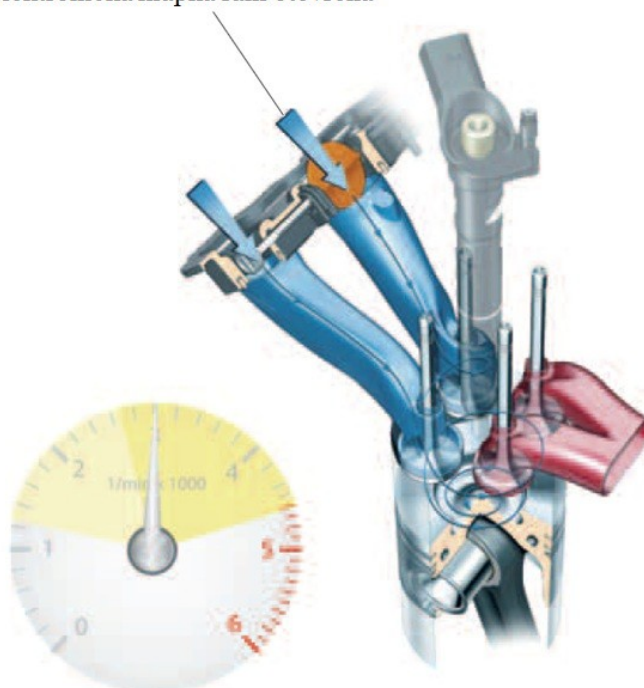
Kvůli optimalizaci točivého momentu a spalování, dochází k uzavření elektronické klapky sání, což zvyšuje víření při nízké zátěži. Při spuštění motoru jsou klapky otevřené a jsou znovu zavřeny pouze při volnoběžných otáčkách (cyklus přibližně 80 %). Plynulé otevírání se provádí od volnoběžných otáček do cca 2750 ot/min (cyklus přibližně 20 %). Kvůli optimalizaci výkonu a spalování, umožňují otevřené elektronické klapky vysokou úroveň plnění válců při vysokém zatížení. Tyto klapky jsou zcela otevřené při rychlosti cca 2750 ot/min nebo vyšší a také při vypnutí motoru.

Elektronická klapka sání zavřená



Obrázek 11 Nízké otáčky motoru [5]

Elektronická klapka sání otevřená

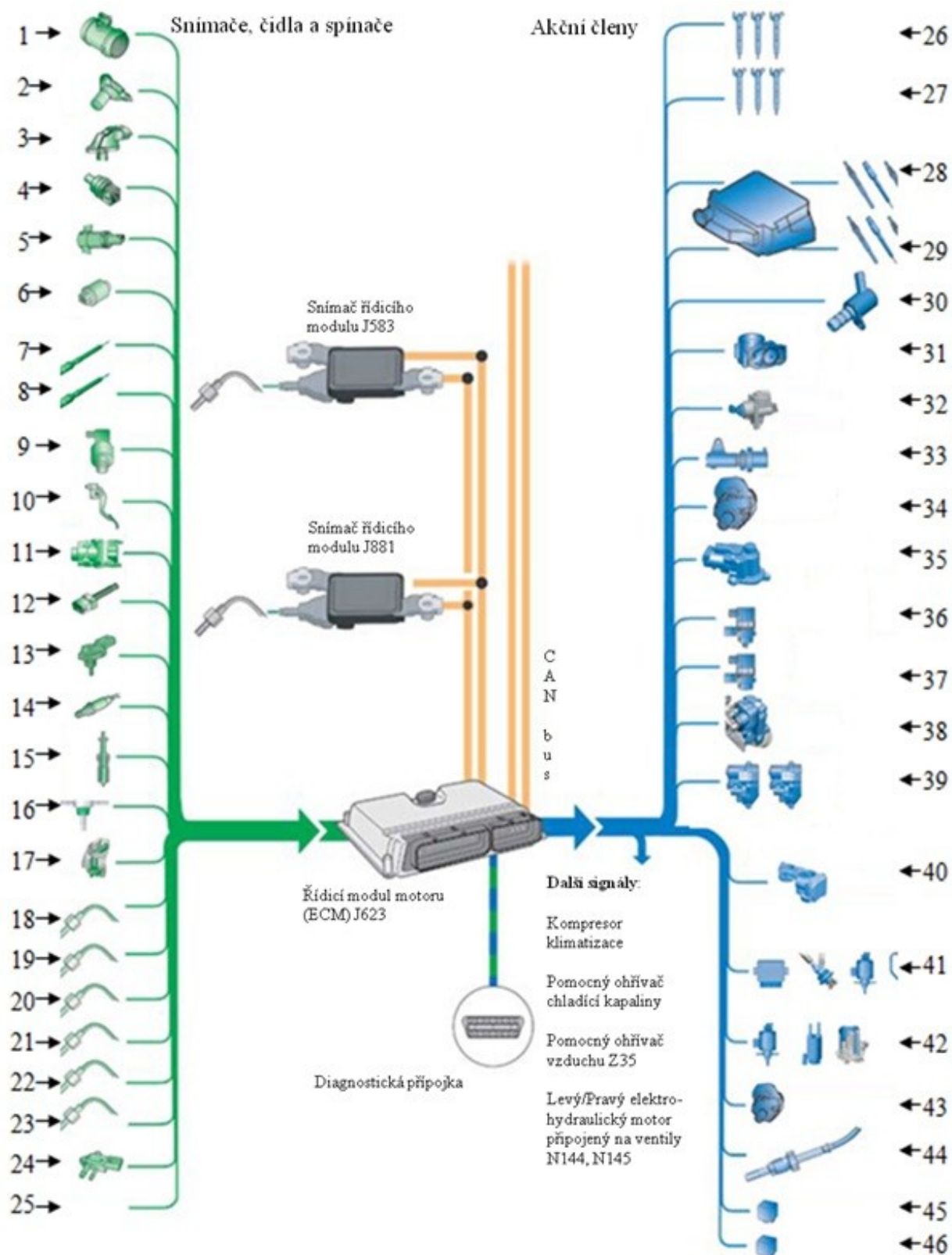


Obrázek 12 Vysoké otáčky motoru [5]

Popis komunikace ŘJ motoru s integrovanou elektronikou seřizovače klapky

Seřizovač elektronických klapek sání, je opatřen inteligentním nastavovacím modulem s integrovanou elektronikou, komunikační linkou a vlastní diagnostikou. Součástí inteligentního modulu je elektronika, která má svůj vlastní snímač polohy. Po jednom vodiči přichází z řídící jednotky motoru PWM signál, který nastavuje polohu motorku ovládané vířivé klapky. Poloha je v modulu snímána integrovaným snímačem. Posléze se signál zpracuje v integrované elektronice klapky. Výsledný signál je vyslán ve tvarově stejném signálu PWM, po druhém vodiči, zpět do řídící jednotky motoru. ŘJ motoru následně oba signály porovná a zjistí, zda seřizovač požadované polohy dosáhl a jakou dobu mu to trvalo. V ŘJM, se pomocí tzv. "timeru" ukládají chybné pohyby, způsobené buď nesprávnou polohou klapky, nebo pozdním najetím do požadované polohy. Dojde-li k překročení hraniční meze chybných nastavení pohybu, následuje aktivace kontrolky motoru na přístrojové desce a přepnutí motoru do nouzového režimu.

1.3 Řízení motoru



Obrázek 13 Řízení motoru Bin V6 3,0 TDi 165 kW [5]

Popis obrázku 13:

Snímače, čidla a spínače

- 1 - Snímač množství nasávaného vzduchu G70
- 2 - Snímač otáček motoru G28
- 3 - Snímač polohy váčkové hřídele G40
- 4 - Snímač teploty chladicí kapaliny motoru G62
- 5 - Snímač teploty chladicí kapaliny umístěný na výstupu chladiče G83
- 6 - Snímač teploty paliva G81
- 7 - Snímač tlaku 2. válce ve spalovací komoře G678
- 8 - Snímač tlaku 5. válce ve spalovací komoře G681
- 9 - Snímač tlaku paliva G247
- 10 - Snímač polohy pedálu akcelerace G79 a snímač polohy pedálu akcelerace 2 G185
- 11 - Potenciometr zpětného vedení výfukových plynů G212
- 12 - Spínač brzdových světel a spínač brzdového pedálu F47
- 13 - Snímač plnicího tlaku G31 a snímač teploty nasávaného vzduchu G42
- 14 - Vyhřívaná lambda sonda G39
- 15 - Redukční čidlo snímače nádrže G684
- 16 - Redukční čidlo systému tlakového snímače G686
- 17 - Redukční čidlo teplotního snímače G685
- 18 - Snímač teploty výfukových plynů G495
- 19 - Teplotní čidlo katalyzátoru G20
- 20 - Snímač teploty recirkulace výfukových plynů G98
- 21 - Snímač teploty výfukových plynů 1 G235
- 22 - Snímač teploty výfukových plynů 4 G648
- 23 - Snímač teploty výfukových plynů 2, řada 1 G448
- 24 - Tlakové čidlo diferenciálu G505
- 25 - Další signály: tempomat, signál rychlosti jízdy, signál z řídicí jednotky airbagů při nehodě, požadavek na start motoru ŘJ motoru (bezklíčový vstup, start/stop systém)

Akční členy

- 26 - Vstříkovací ventil válce 1-3 N30, N31, N32
- 27 - Vstříkovací ventil válce 4-6 N33, N83, N84
- 28 - ŘJ časové automatiky žhavení (žhavicí svíčka 1-3) Q10, Q11, Q12
- 29 - ŘJ časové automatiky žhavení (žhavicí svíčka 4-6) Q13, Q14, Q15
- 30 - Ventil regulace tlaku oleje N428
- 31 - Jednotka ovládání regulačního ventilu J338
- 32 - Vysokotlaké palivové čerpadlo s ventilem dávkování paliva N290
- 33 - Regulační ventil tlaku paliva N276
- 34 - Čerpadlo chladiče recirkulace výfukových plynů V400
- 35 - Servomotor recirkulace výfukových plynů V338
- 36 - Přepínací ventil chladiče zpětného vedení výfukových plynů N345
- 37 - Přepínací ventil 2 chladiče zpětného vedení výfukových plynů N381
- 38 - Řídicí jednotka turbodmychadla J724
- 39 - Motor klapky sacího potrubí 1 V157, motor klapky sacího potrubí 2 V275
- 40 - Řídicí jednotka chladiče plnicího vzduchu J865
- 41 - Redukční čidlo měřícího systému řídicího modulu J880, redukční čidlo vstřikovače N474, redukční čidlo ohříváče čerpadla Z103, redukční čidlo ohříváče přípojky Z104
- 42 - Redukční čidlo čerpadla V437, redukční čidlo přenosu čerpadla V436, redukční čidlo ohříváče nádrže Z102
- 43 - Čerpadlo chladiče paliva V166
- 44 - Vyhřívaná lambda sonda Z19
- 45 - Relé palivového čerpadla J17
- 46 - Pomocné relé palivového čerpadla J832, pomocné palivové čerpadlo V393

2 Praktická měření

V předchozí kapitole je uveden teoretický popis jednotlivých komponent sacího systému, s detailním rozбором elektronických klapků sání. Tato část diplomové práce navazuje na teoretické poznatky, které byly zjištěny o elektronických klapkách sání. Praktickým měřením pomocí paralelní diagnostiky je ověřena funkce a chování tohoto subsystému v závislosti na provozním režimu motoru. Měření je provedeno na více vozidlech, aby bylo možno dosažené výsledky porovnat. Ještě před samotným popisem dosažených výsledků měření, je v této kapitole uveden teoretický popis diagnostiky automobilů.

2.1 Diagnostika automobilů

Současné automobily jsou stále více vybavovány elektronickými řídicími jednotkami (ŘJ), které mají na starosti řízení motoru a dalších komponent. ŘJ automobilů jsou vybaveny pamětí závad, do které se ukládají informace o nalezených závadách. Sporadické závady se po 50 startech automaticky vymažou z paměti závad. V případě, že se jedná o závadu závažnějšího charakteru, je rozsvícena patřičná kontrolka na palubní desce. Tuto závadu je potřeba pomocí diagnostiky z paměti závad odstranit. K tomuto kroku poslouží diagnostické zařízení, které se připojí do diagnostické zásuvky umístěné ve vozidle. Vzhledem k tomu, že je mnoho výrobců vozidel a každý si zpočátku zaváděl vlastní standart, byl v devadesátých letech schválen standart nazývaný OBD II (EOBD). Díky tomuto standartu, je možno diagnostikovat téměř jakékoli vozidlo, kompatibilní s tímto standardem, pomocí sériové diagnostiky pro konkrétní typ vozidla, nebo použitím multifunkční sériové diagnostiky. V případě, že nám sériová diagnostika neodhalí patřičnou závadu, je zapotřebí využít paralelní diagnostiku.

2.1.1 Sériová diagnostika

U sériové diagnostiky je diagnostickým přístrojem převážně počítač, který je připojen komunikačním vedením do zásuvky automobilu OBD II. Sériová diagnostika nám umožňuje vyčíst paměť závad, vymazat ji, resetování ŘJ na původní tovární nastavení, nastavovat např. hodnoty otáček volnoběhu, provádět testy akčních členů a snímačů. Závady vyhodnocené ŘJ jsou poměrně přesně lokalizované, ale stává se, že ŘJ vyhodnotí jinou závadu než je skutečná. Ve většině případů je to způsobeno kabelovým propojením např. snímačů, nebo akčnímu členu chybí napájení, popřípadě kostra. V takovém případě pomůže paralelní diagnostika, která zobrazuje fyzikální veličiny v jejich skutečné podobě.

2013

Sériová diagnostika je vyrobena buď přímo pro konkrétní značku, či koncern, nebo existují multifunkční, které podporují komunikaci s více značkami. Tyto multifunkční nemají schopnosti a vlastnosti jako diagnostiky značkové pro konkrétní značku vozidla.

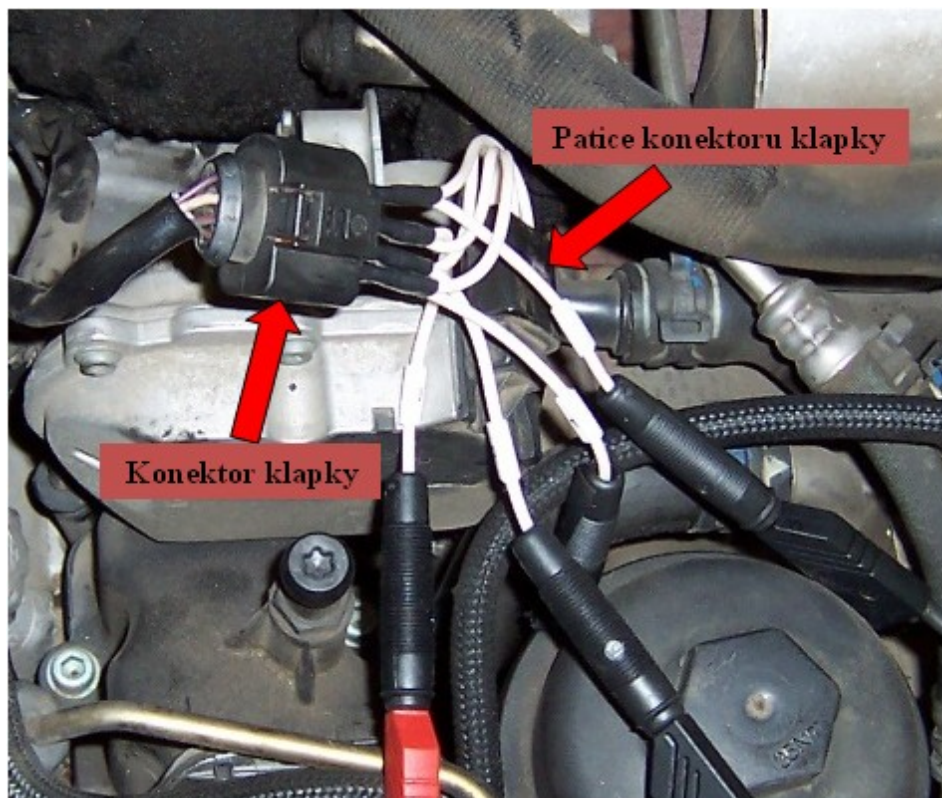
2.1.2 Paralelní diagnostika

Paralelní diagnostikou motorových vozidel je myšleno měření fyzikálních veličin snímačů a akčních členů. Měření může být prováděno přímo na těchto komponentech, nebo na svorkovnicích ŘJ. Paralelní diagnostikou se dá měřit napětí a proud, odpor snímačů a akčních členů, otáčky motoru z frekvence zapalovacích pulzů, dobíjecí proud akumulátoru, teploty apod. K základnímu měření napětí, proudů a odporů postačí multimetr. K měření např. napětí v závislosti na čase je potřeba použít osciloskop nebo analyzátor. Tato metoda se nazývá dynamická, protože nám umožňuje sledovat přechodové děje, zkreslení signálu, hodnoty proudu a napětí v závislosti na čase. Pomocí vícekanálového osciloskopu můžeme měřit více parametrů najednou, což je v některých případech nezbytné. [11, 12]

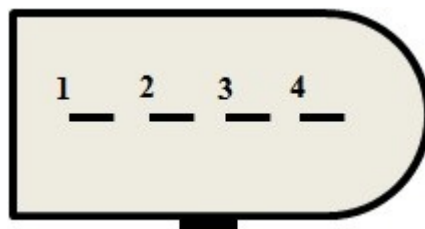
2.2 Popis měření elektronické klapky sání na vozidlech Audi

U vozidel Audi s motory 2,7 TDi a 3,0 TDi jsou integrovány dvě elektronické klapky sání. Jedna je umístěna na pravé půlce motoru pro jednu řadu válců (Bank 1) a druhá je umístěna na levé půlce motoru pro druhou řadu válců (Bank 2). Každá z těchto elektronických klapek je napojena pomocí čtyř vodičů. Dva vodiče jsou napájecí a zbylé dva jsou datové. Popis jednotlivých pinů konektoru je uveden níže v tabulce č. 1. Pro samotné měření signálu z klapky, bylo potřeba rozpojit konektor napojený na klapku. Následně bylo potřeba, použitím T-vodičů tento konektor zpět propojit s patičkou konektoru umístěnou na klapce a vyvést si datové signály, které byly měřeny pomocí osciloskopu LeCroy. Detail tohoto propojení je uveden na obrázku č. 14. Při samotném měření je dobré používat k napojení na osciloskop diferenciální sondy nebo galvanické oddělení měřené soustavy např. pomocí transformátoru, kdy oddělíme jednotlivé části obvodu a tím eliminujeme možné zapojení obvodu do zkratu. Při měření na vzorku klapky, byly proměřeny hodnoty odporů mezi jednotlivými piny. Mezi pinem 1 (+12 V) a pinem 2 (kostra) byla hodnota odporu neměřitelná ($\rightarrow \infty$). Mezi pinem 1 a 3 (signál z ŘJM) byla naměřena hodnota odporu 5,92 M Ω . Poslední měřená hodnota byla mezi pinem 1 a 4 (signál o poloze klapky), kde bylo naměřeno 5,7 M Ω . Cílem tohoto měření bylo zjistit,

jestli některý z pinů není ve zkratu. V dalších podkapitolách jsou uvedeny výsledky měření na konkrétních automobilech.



Obrázek 14 Detail propojení klapky při jejím měření



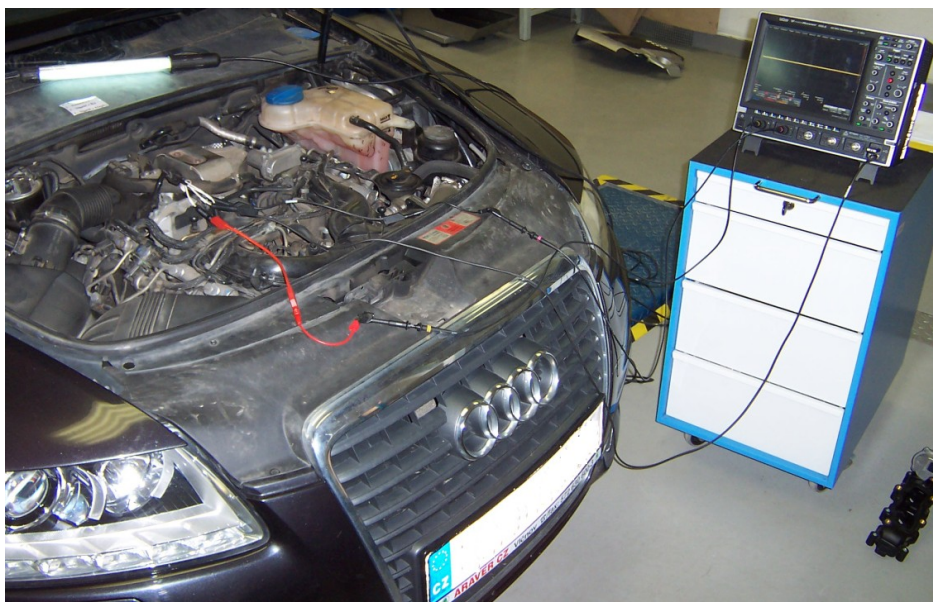
Obrázek 15 Konektor klapky

Tabulka 1 Popis pinů konektoru klapky

Pin	účel vodiče
1	Plus 12 V
2	Kostra (-)
3	Signál z ŘJM
4	Signál o poloze klapky

2.2.1 Měření na vznětovém motoru 2,7/132kW TDi

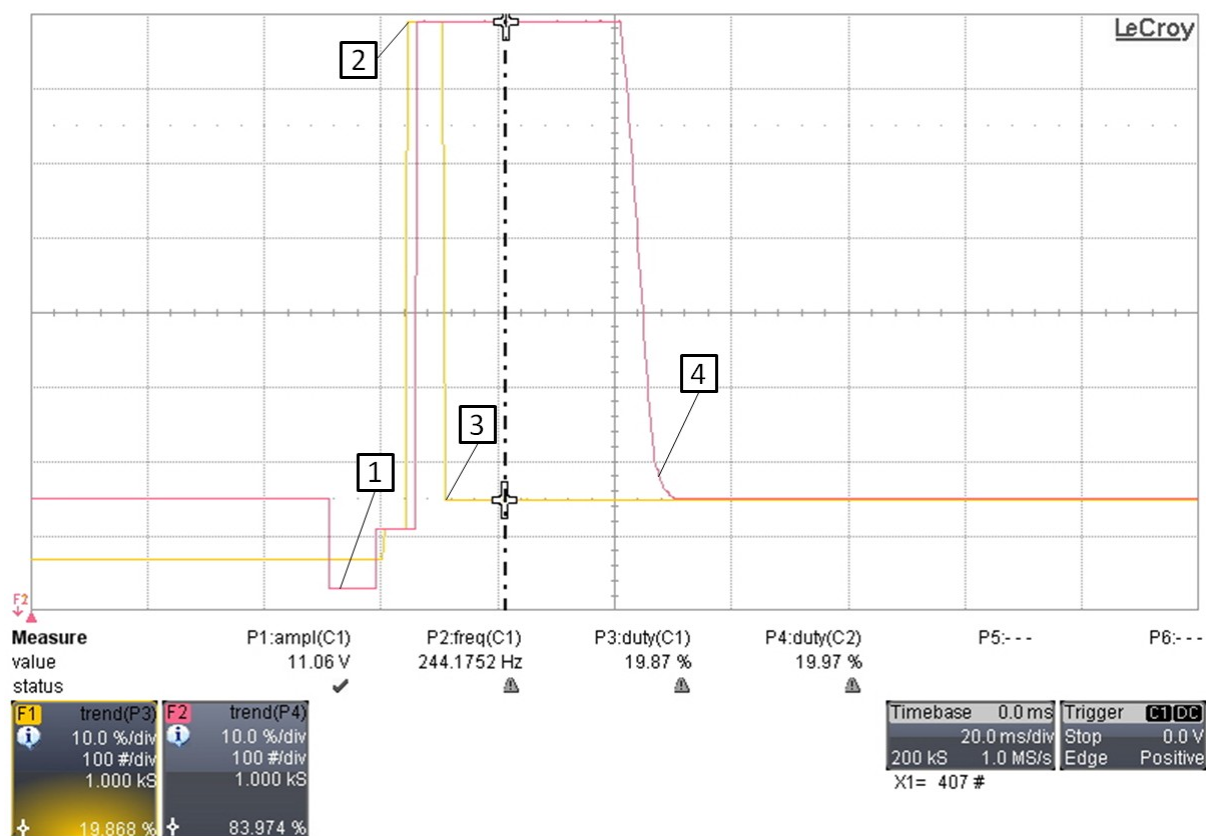
Měření proběhlo na automobilu Audi A6 2,7/132kW TDi. Základní parametry tohoto motoru jsou uvedeny v tabulce 2. Pro měření byl použit Osciloskop LeCroy WAVERUNNER 44Xi-A, protože se měřilo přímo na konkrétním akčním členu (elektronické klapce sání). U tohoto vozidla bylo před samotným měřením provedeno načtení paměti závad pomocí sériové diagnostiky BOSCH KTS 540. Jelikož nebyla nalezena žádná závada řízení motoru, považoval se subsystém elektronických klapek sání za bezproblémový. Na tomto vozidle byla ověřena správná funkce a chování elektronických klapek sání při různých stavech motoru. Měření probíhalo na elektronické klapce sání umístěné v pravé pólce motoru (Bank 1).



Obrázek 16 Měření pravé klapky sání na vozidle Audi A6 2,7 TDi

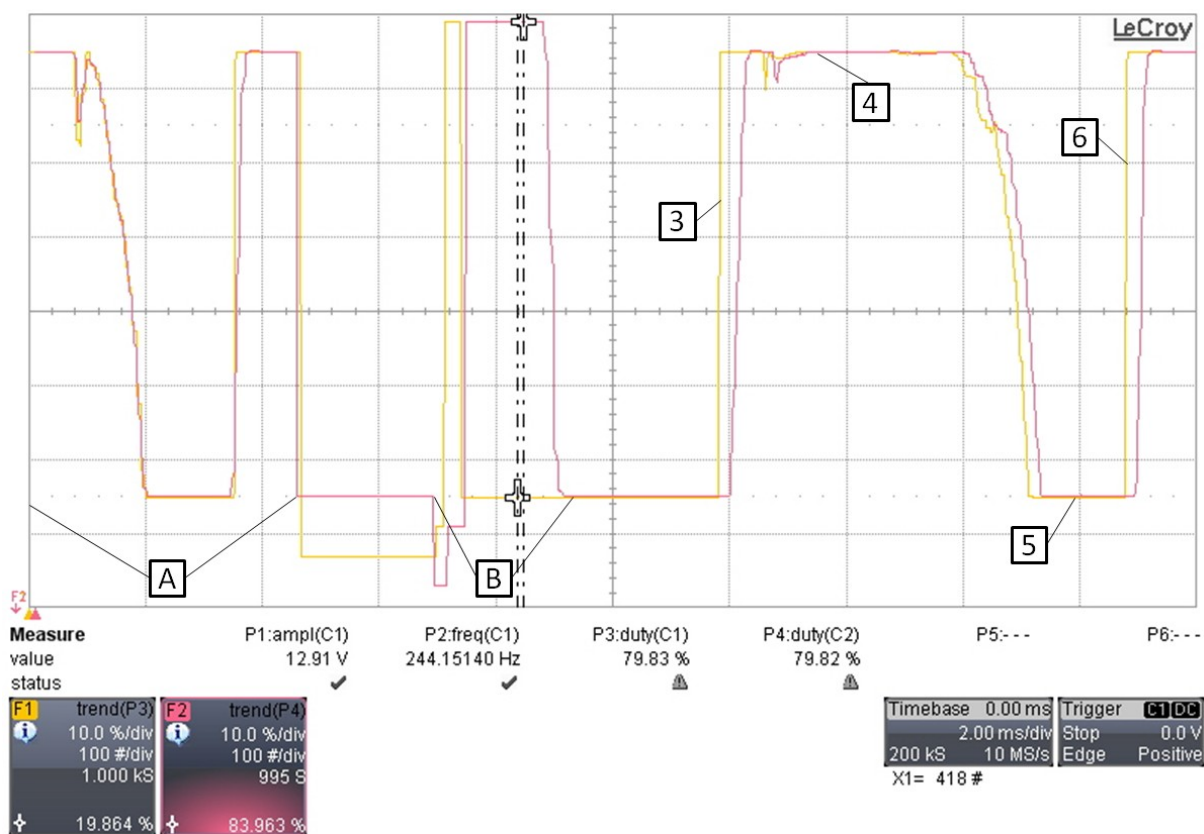
Tabulka 2 Specifikace vznětového motoru 2,7 TDi

kód motoru	BPP
typ motoru	6-válec tvaru V
zdvihový objem v cm ³	2698
max. výkon v kW (bhp)	132 (180) v 5500 ot/min
max. točivý moment v Nm	380 v 4000 ot/min
počet ventilů na válec	4
vrtání v mm	83
zdvih v mm	83,1
kompresní poměr	17.0:1
pořadí zapalování	1-4-3-6-2-5
druh paliva	nafta s min. cetanovým číslem 51
řízení motoru	Bosh EDC 16 CP (common rail)
emisní výfuková norma	EU IV



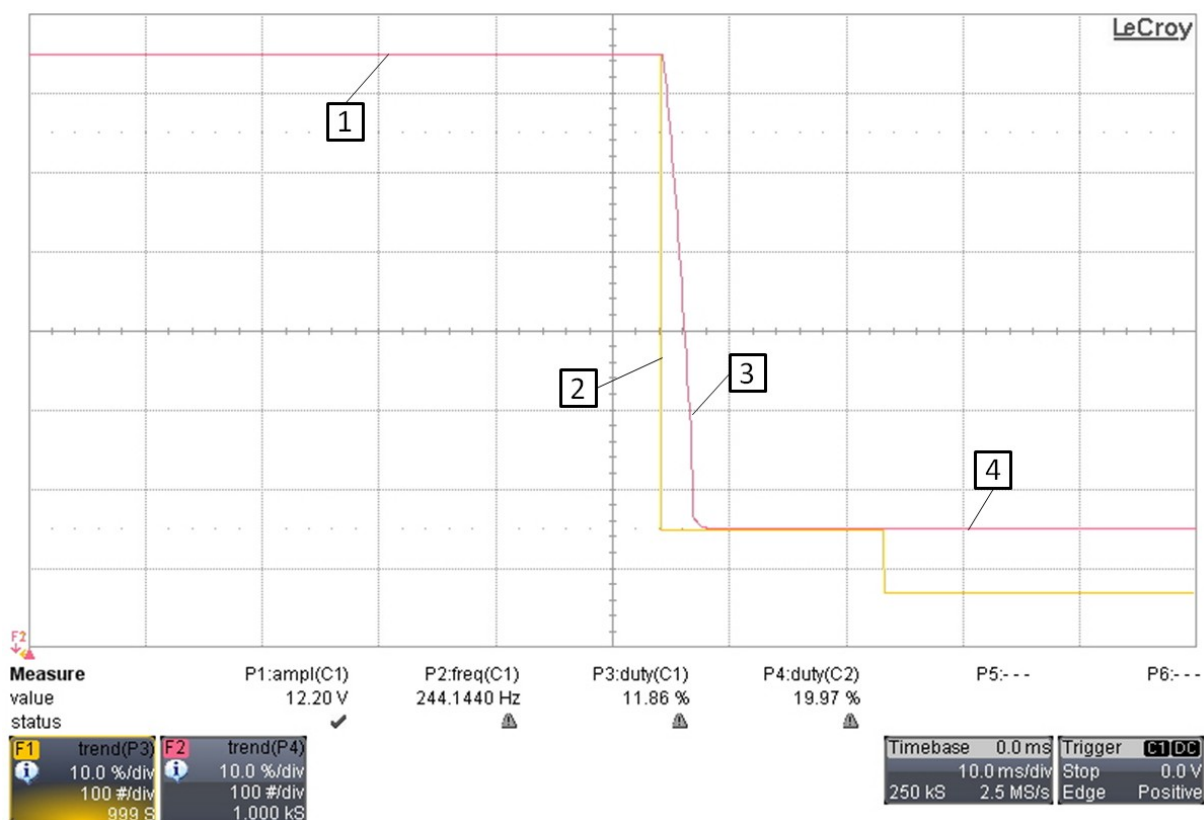
Obrázek 17 Průběh trendu střídání po zapnutí zapalování

Na obrázku 17 je zaznamenán průběh trendu střídání po zapnutí zapalování. Žlutě je označen signál ŘJ motoru a fialově signál elektronické klapky sání. V úseku č. 1 dochází při zapnutí zapalování k úplnému otevření klapky. Následně je vyslán signál požadavku jednotky motoru o dosažení první koncové polohy klapky. Úsek č. 2 značí dosažení první referenční hodnoty (střída 83,97 % - zavření klapky). Po dosažení první referenční polohy, vyšle ŘJ motoru požadavek na dosažení druhé referenční hodnoty - úsek č. 3. S určitou setrvačností dojde k přestavění klapky z první referenční polohy do druhé (střída 19,87 % - otevření klapky). Tento průběh je označen č. 4. Z grafu je patrné, že kapka dosáhla obou koncových poloh.



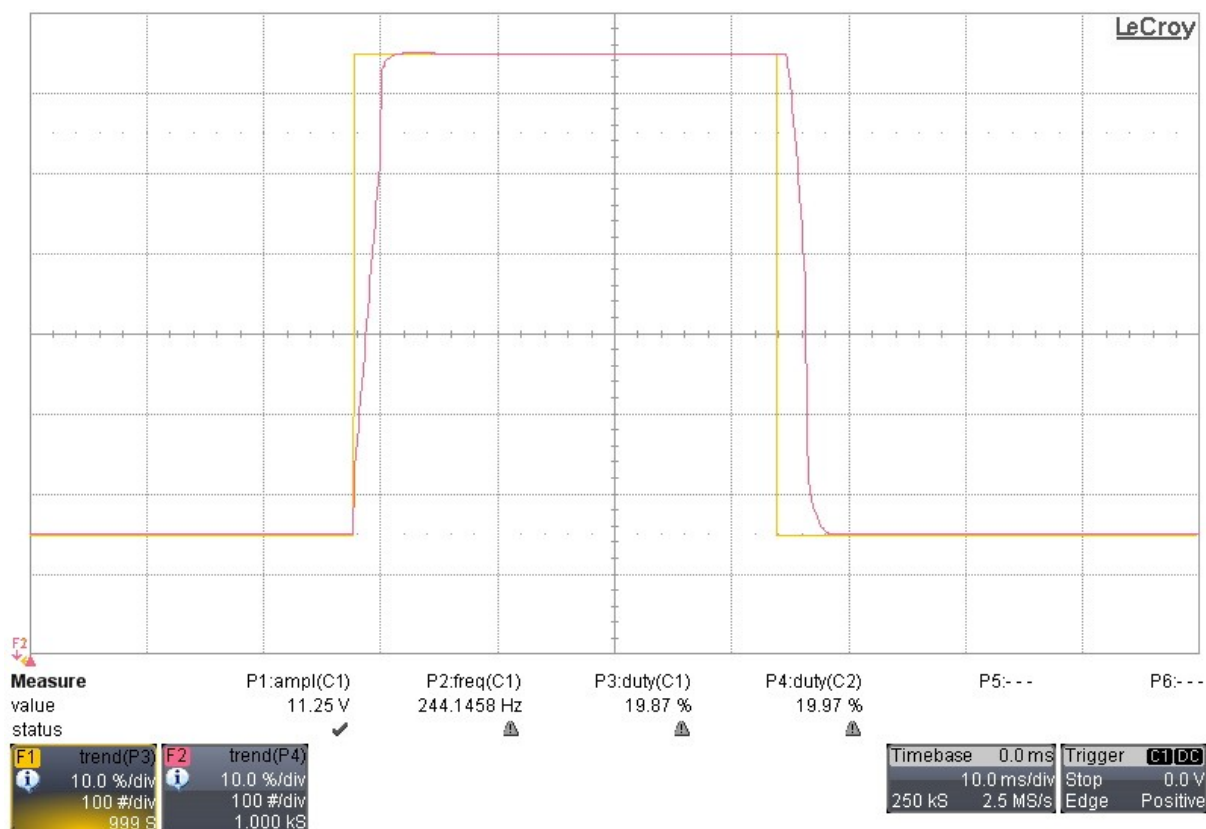
Obrázek 18 Průběh trendu střídý po zapnutí zapalování s následným startem a akcelerací motoru

Na obrázku 18 je zaznamenán průběh trendu střídý znázorňující nejprve průběh akcelerace motoru s následným vyšlápnutím plynu do volnoběžných otáček a posléze vypnutím motoru. Tento průběh je značen písmenem A. V následujícím úseku značeném písmenem B je zapnuto zapalování. V tomto případě dojde k nastavení koncových poloh, viz detailní popis na obrázku 17. Při startování motoru je klapka v otevřené poloze. Ihned po startu motoru vyšle ŘJ motoru signál k okamžitému uzavření klapky (střída 79,82 %), úsek č. 3. Tento požadavek je vykonán. Na 4. úseku motor běží ve volnoběžných otáčkách a klapka je zavřena. Následuje akcelerace, která způsobí otevírání klapky až do jejího maximálního otevření. Úsek úplného otevření klapky při akceleraci je značen č. 5. Následuje vypnutí motoru, kdy je požadavek ŘJ motoru na zavření klapky. Tento požadavek je značen č. 6. Z průběhů je patrné, že klapka všechny požadavky vykonává s vysokou přesností a velmi malým zpožděním.



Obrázek 19 Průběh trendu střídý při vypnutí motoru

Na obrázku 19 je zaznamenán průběh trendu střídý, při vypnutí motoru. V úseku č. 1 jsou znázorněny volnoběžné otáčky motoru, kdy jsou klapky v uzavřené poloze. Následně byl vyslán signál z řídicí jednotky motoru k otevření klapky - úsek č. 2. Ty byly otevřeny se zpožděním, jak lze vidět ve 3. úseku. Průběh již otevřené klapky (střída 19,97 %) při vypnutém motoru - úsek 4.



Obrázek 20 Průběh trendu střidy při testu akčního členu

Na obrázku 20 je zaznamenán průběh trendu střidy při testu akčního členu, pomocí BOSH KTS 540. ŘJ motoru vyšle signál k otevření a následnému uzavření klapky (žlutý průběh v grafu). Fialově je pak zaznamenán reálný pohyb klapky, vidíme zpoždění.

2.2.2 Měření na vznětovém motoru 3,0/171kW TDi

Měření proběhlo na automobilu Audi A6 3,0/171kW TDi. Základní parametry tohoto motoru jsou uvedeny v tabulce 3. Před samotným měřením bylo provedeno načtení paměti závad elektroniky motoru stejně jako v předchozím případě. U tohoto vozidla byly nalezeny dvě závady na subsystému klapky sacího potrubí, které jsou zobrazeny níže. Po vymazání paměti závad a opětovném načtení se závada opět zobrazí. Následně je provedeno napojení na vadnou klapku BANK 1 vyskytující se v pravé pólce motoru. Měření na tomto subsystému probíhalo při studeném motoru.



Obrázek 21 Měření pravé klapky sání na vozidle Audi A6 3,0 TDi

Počet závad 2

P1018 Kl.sac.potrubí/pohybl.kl.přepř.2
Nedosažen spodní doraz

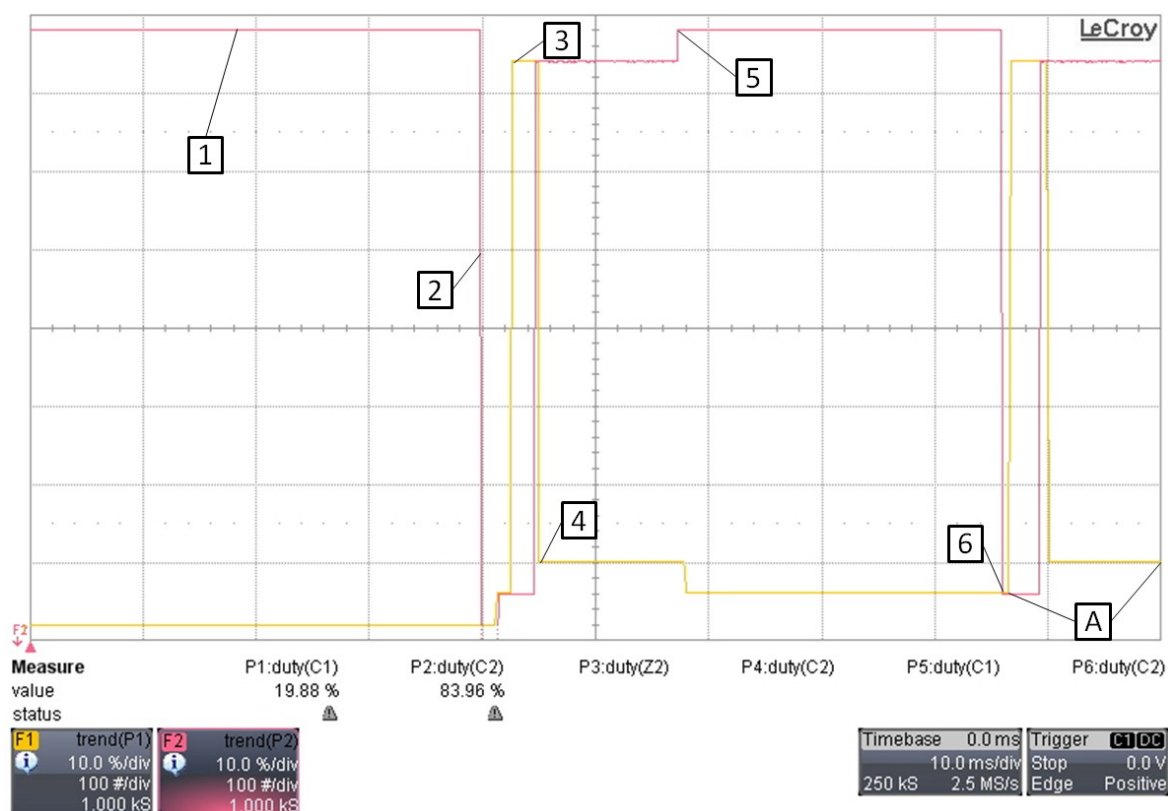
P3135 Kl.sac.potrubí/pohybl.kl.přepř.
Minimální hodnota není dosažena

ESC ⬆	F2 ↩	F3 🔧	F4 i	F5 🏠		F8 SIS		F11 ⬅	F12 ➡
----------	---------	---------	---------	---------	--	-----------	--	----------	----------

Obrázek 22 Načtení chybových kódů v ŘJ motoru

Tabulka 3 Specifikace vznětového motoru 3,0 TDi

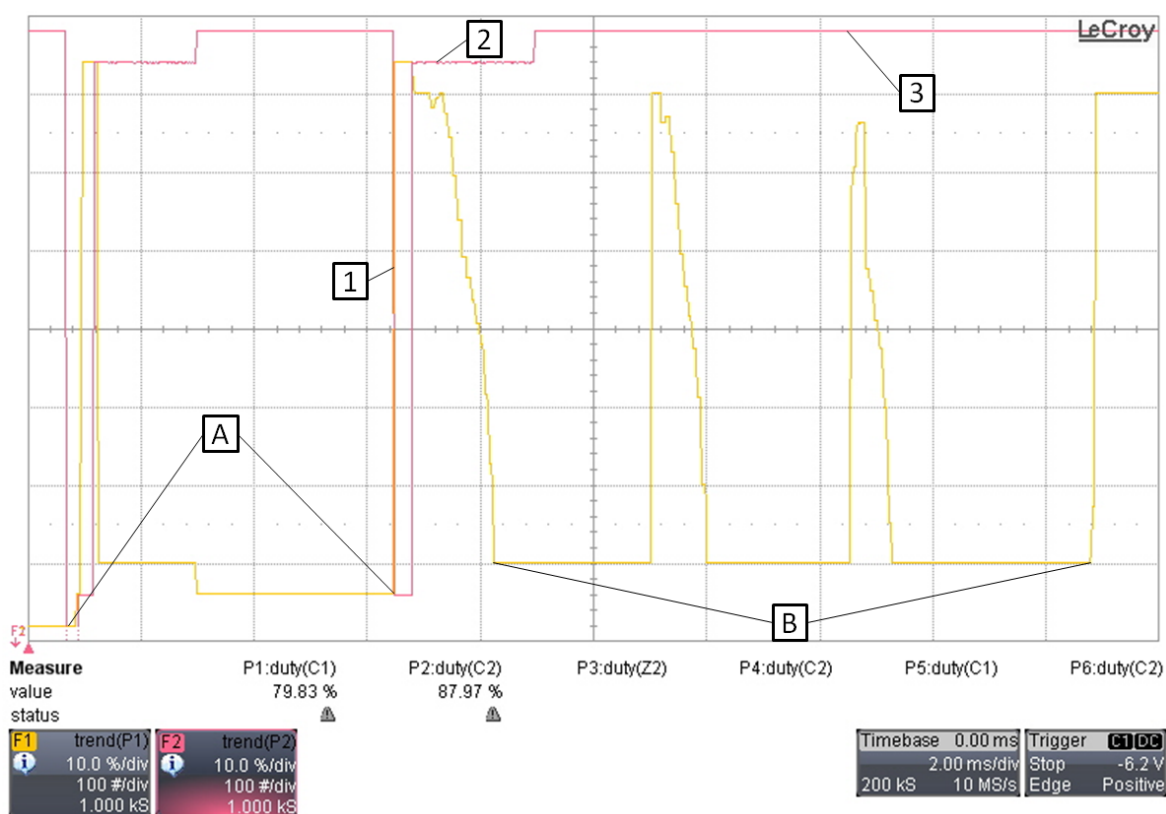
kód motoru	ASB
typ motoru	6-válec tvaru V
zdvihový objem v cm ³	2967
max. výkon v kW (bhp)	171 (233) / 4000 ot/min
max. točivý moment v Nm	500/ 1700-2750 ot/min
počet ventilů na válec	4
vrtání v mm	83
zdvih v mm	91,4
kompresní poměr	17,0:1
pořadí zapalování	1-4-3-6-2-5
druh paliva	nafta s min. cetanovým číslem 51
řízení motoru	Bosh EDC 16 CP (common rail)
emisní výfuková norma	EU IV



Obrázek 23 Průběh trendu střídý po zapnutí zapalování

Na obrázku 23 je zobrazen průběh trendu střídý po zapnutí zapalování u vadné elektronické klapky sání. Stejně jako u předchozího měření je i zde žlutou barvou označen signál ŘJ motoru a fialově signál elektroniky klapky. V úseku č. 1 je zapalování vypnuto. V tomto okamžiku je klapka otevřená. Z elektroniky klapky vychází chybný signál, který označuje polohu klapky za otevřenou. Je to dáno tím, že si elektronika klapky pamatuje

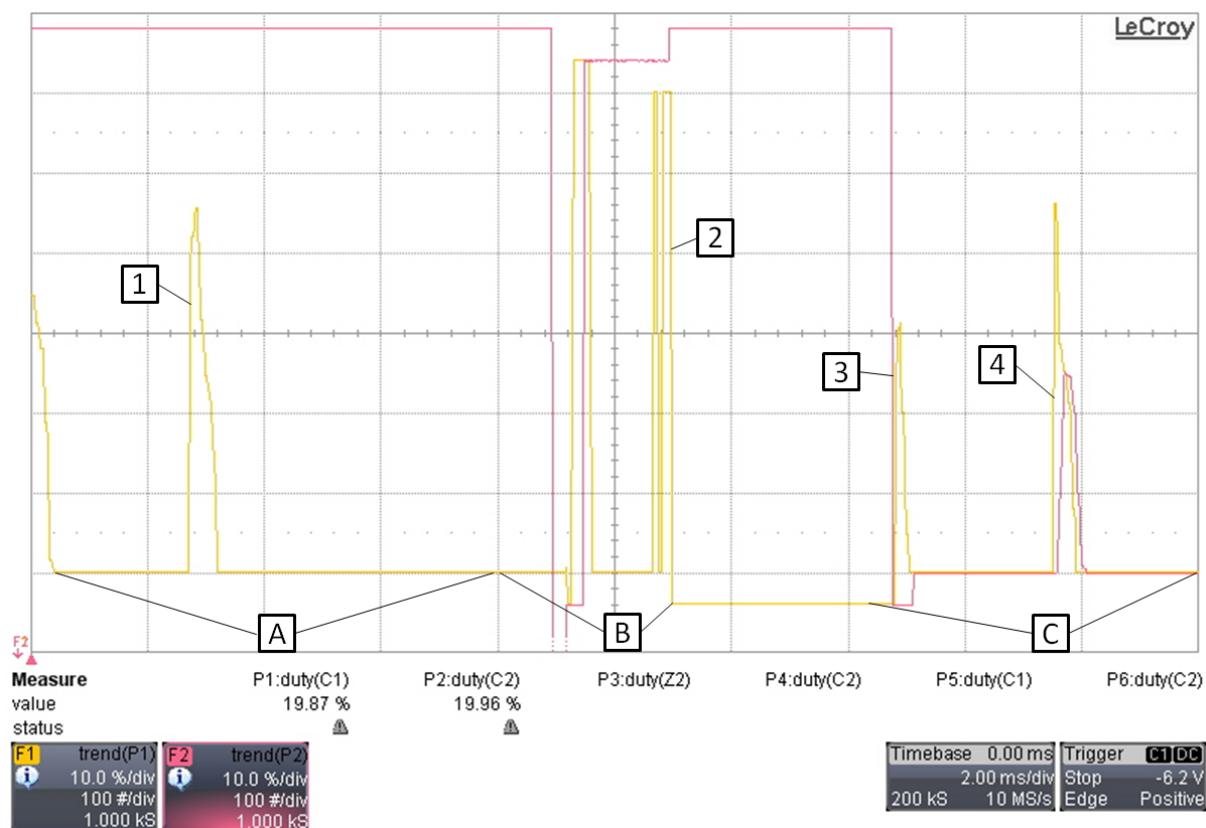
předchozí chybovou polohu. V okamžiku zapnutí zapalování je klapka úplně otevřena střída skočí pod hodnotu 10 %. Následuje požadavek ŘJ motoru o dosažení jedné koncové polohy (zavření klapky). Tento úsek je označen č. 3. Při dosažení tohoto požadavku je ihned vyslán požadavek o nastavení klapky do druhé koncové polohy (otevření klapky). Tento úsek je v grafu označen č. 4. Ještě před samotným přestavením klapky do polohy otevřeno dojde k nárůstu střídavy v poloze zavřeno na hodnotu 87,96 %, což je překročení horní meze. Tento skok je patrný v úseku značeném č. 5. V následujícím segmentu dojde k přestavení klapky do druhé referenční polohy. Jelikož byla v procesu nastavování klapky do koncových poloh vyhodnocena chyba, došlo k opětovnému procesu nastavení klapky. Tento úsek je označen písmenem A. V porovnání s klapkou bez závady je patrné, že závada je způsobena překročením horního dorazu při nastavování klapky do referenční polohy.



Obrázek 24 Průběh trendu střídavy po zapnutí zapalování s následným startem a akcelerací motoru

Na obrázku č. 24 je zobrazen průběh trendu střídavy vadné klapky při zapnutí zapalování s následným startem a akcelerací. Segment značený písmenem A znázorňuje průběh nastavení klapky do referenčních hodnot při zapnutém zapalování. Následuje start vozidla. Úsek č. 1 značí požadavek ŘJ motoru o okamžité uzavření klapky při volnoběžných otáčkách. Klapka se po startu vozidla uzavře, což značí úsek č. 2. V následujícím segmentu značeném písmenem B je znázorněn průběh, kdy došlo k sešlápnutí

plynového pedálu celkem 3x po sobě. Je zde vidět požadavek ŘJ motoru o otevření klapky při zvýšených otáčkách motoru. Reakce na tento požadavek se nedostavila a klapka zůstává zavřená - úsek č. 3.



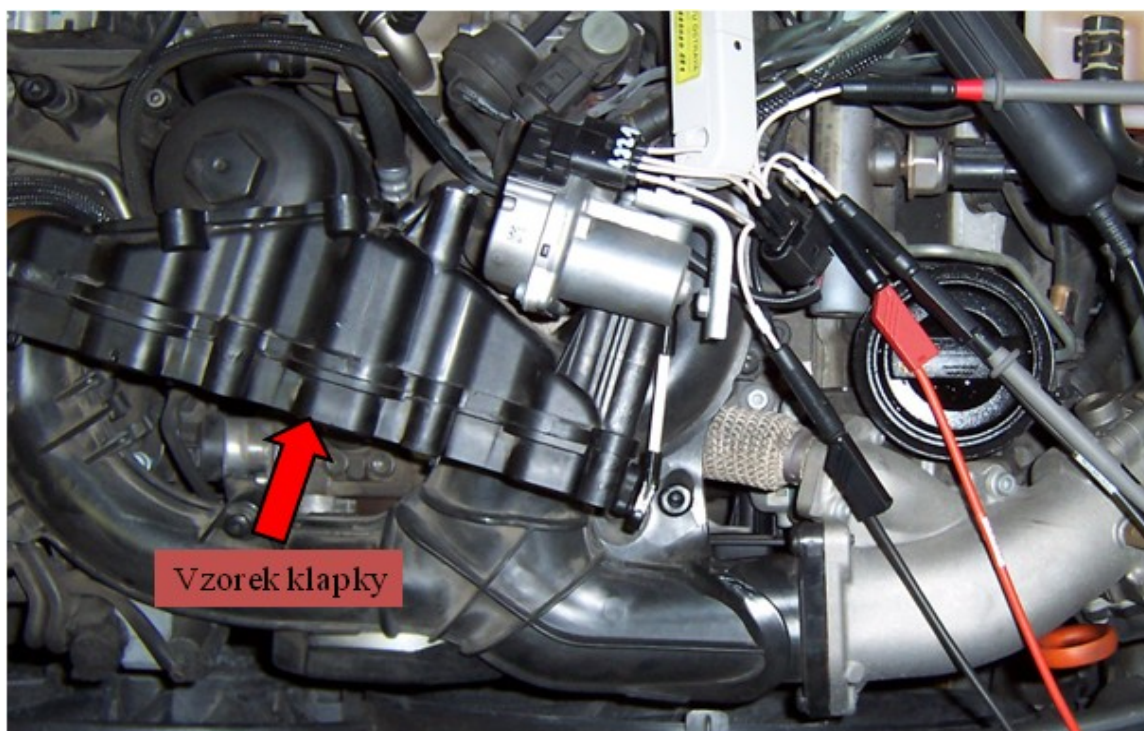
Obrázek 25 Průběh trendu střidy po vypnutí motoru s následným okamžitým startem a akcelerací

Na obrázku 25 je provedena analýza chování klapky v případě, kdy vypneme nastartovaný motor a ihned provedeme opětovný start motoru s akcelerací. Segment značený písmenem A zobrazuje akceleraci motoru. V úseku č. 1 dojde k vyšlápnutí plynového pedálu s opětovným sešlápnutím. Tyto změny na chování vadné klapky nemají vliv a klapka zůstává zavřená. V dalším sektoru značeném písmenem B dojde k vypnutí motoru s následným okamžitým startem a akcelerací. Pro hlubší analýzu tohoto úseku, by bylo zapotřebí, toto měření provést na pomaloběžném osciloskopu. Úsek značený č. 2 zobrazuje požadavky na přestavení klapky ve velmi krátkém sledu. Klapka nedokáže v tak krátkém časovém intervalu na tyto změny reagovat. Vzhledem k tomu, že nebylo dosaženo kontroly najetí klapky do referenčních poloh, ŘJ motoru vyhodnotí subsystém elektronických klapky za nezávadný a v následujícím segmentu značeném písmenem C je vidět, že klapka reaguje na změnu polohy při sešlápnutí plynového pedálu a klapka se tak chová jako bezporuchová. Úsek č. 3 a 4 označuje vyšlápnutí plynového pedálu s

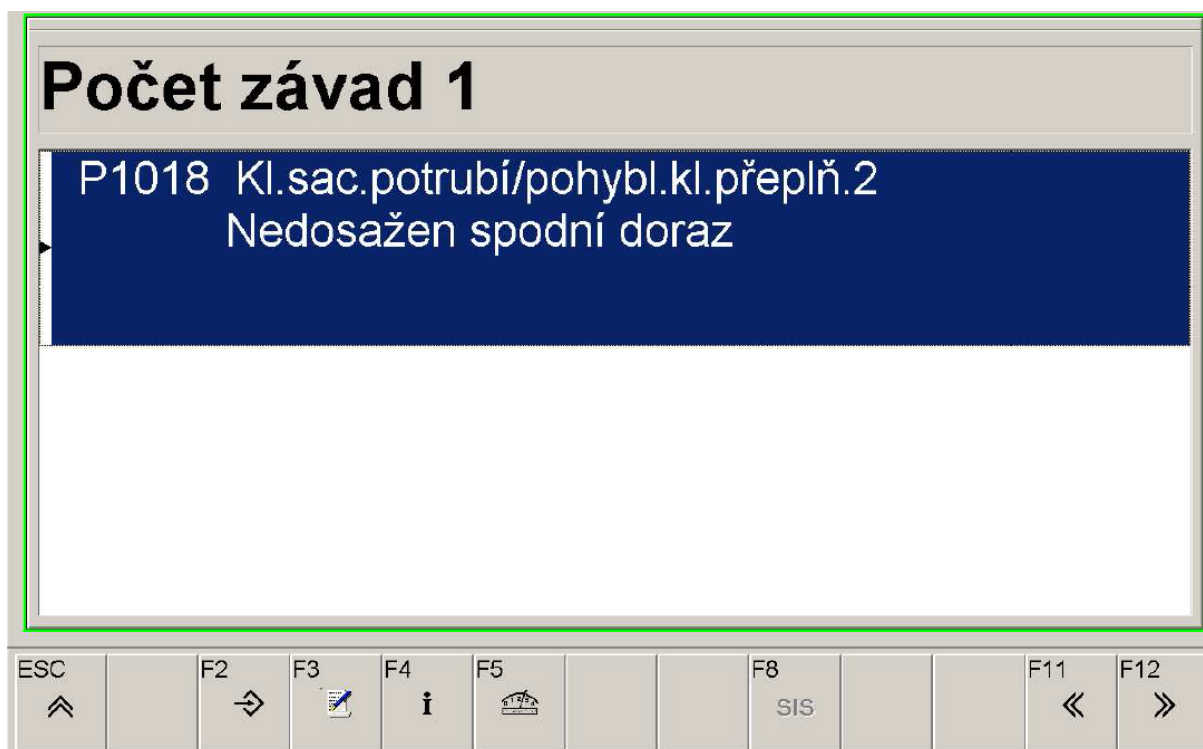
následným sešlápnutím. Reakce změny polohy klapky není tak dobrá jako tomu bylo u měření na nezávadné klapce.

2.2.3 Měření vzorku klapky napojené na vznětovém motoru 3,0/171kW TDi

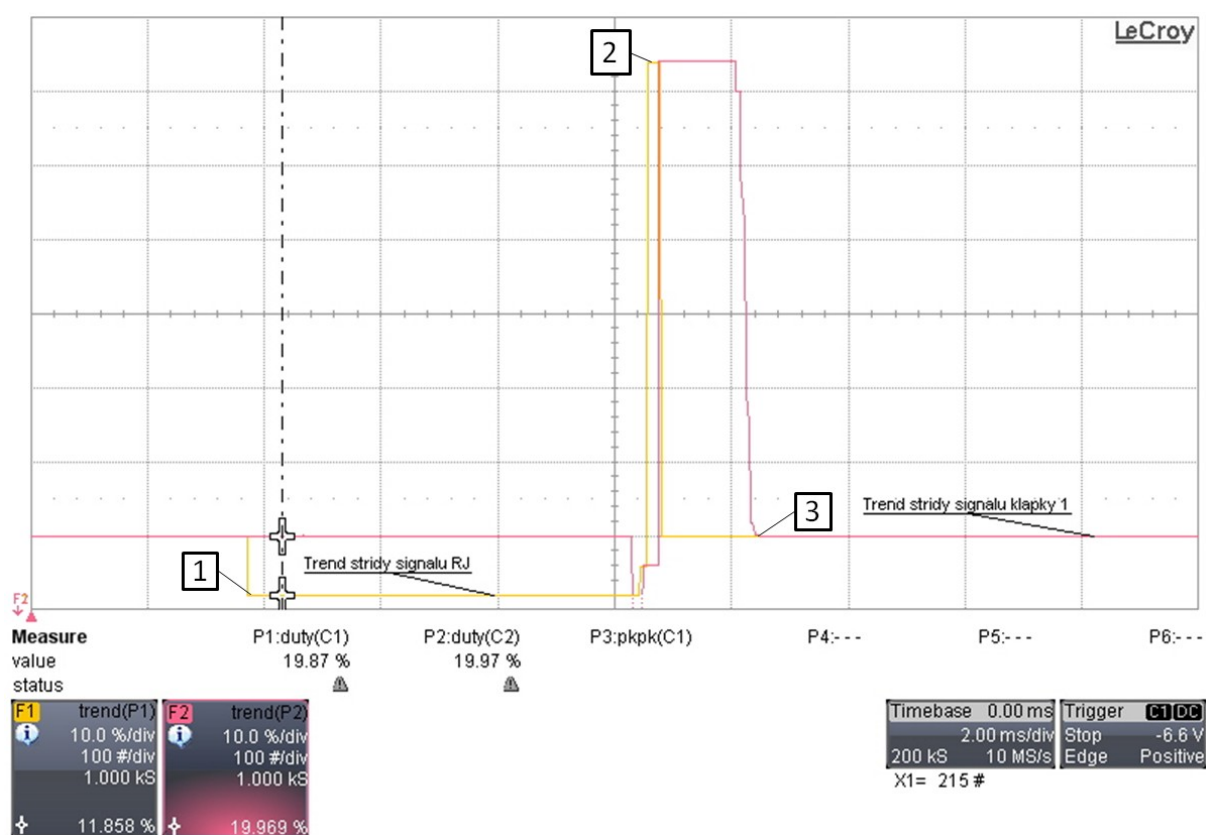
Měření proběhlo na elektronické klapce sání demontované z vozidla Audi. Klapka byla v servise vyměněna za novou, jelikož vykazovala závadu. Získaný vzorek klapky byl napojen na konektor levé klapky sání (Bank 2) vozidla Audi A6 3,0 TDi. Následně proběhlo pomocí sériové diagnostiky načtení paměti závad ŘJ motoru. Byla nalezena jedna závada na klapce, uvedena níže. Dále proběhlo měření na této klapce. Jsou zde uvedeny průběhy pouze při zapnutí zapalování. Tento vzorek klapky byl dále využit k detailnímu rozboru uvedeného v kapitole 3.



Obrázek 26 Měření na vzorku klapky zapojeného místo levé klapky motoru (Bank 2)



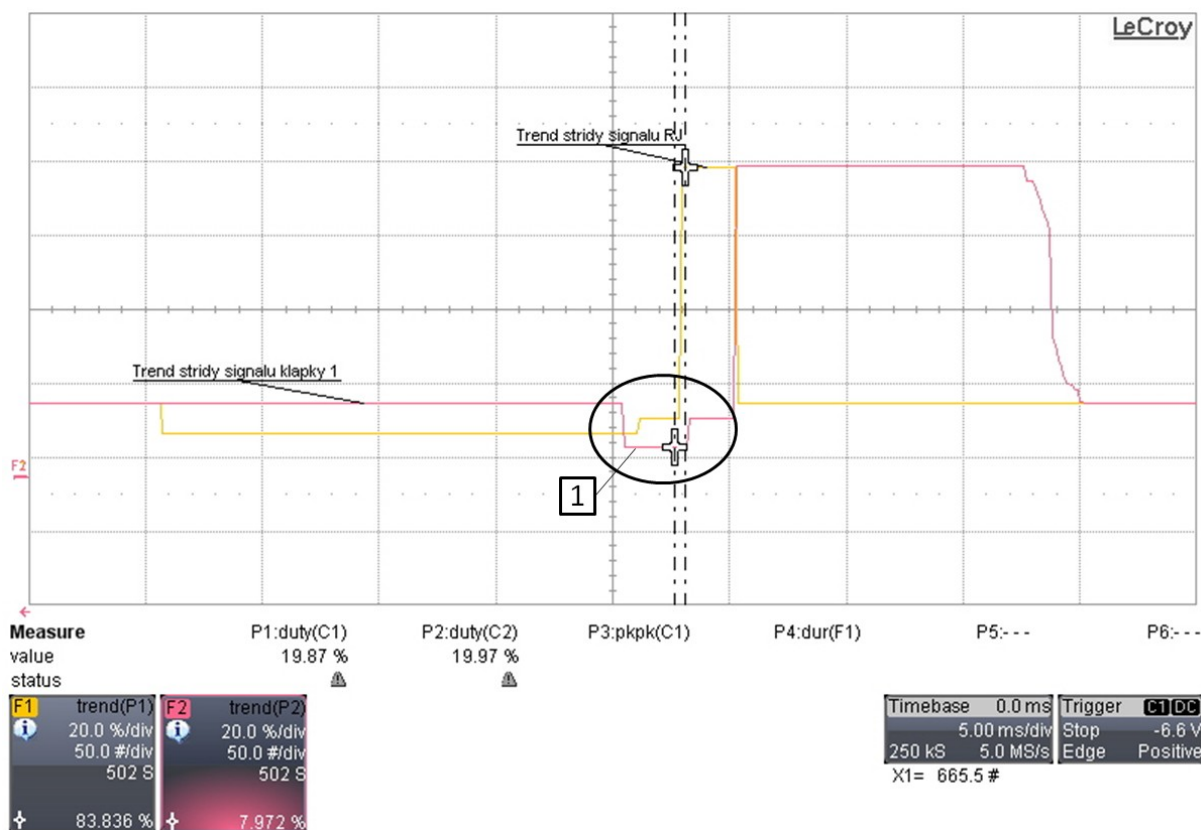
Obrázek 27 Načtení chybových kódů v ŘJ motoru



Obrázek 28 Průběh trendu střidy po zapnutí zapalování

Na obrázku 28 je zaznamenán průběh trendu střidy po zapnutí zapalování u vzorku klapky napojeného místo levé klapky sání u vozidla Audi s motorem 3,0 TDi. Při zapnutí

zapalování je požadavek ŘJM o úplné otevření klapky úsek 1. Klapka reaguje na tento požadavek velmi pomalu, ale nakonec ho vykoná. Následně je vyslán požadavek o dosažení jedné referenční polohy (zavření klapky) úsek 2. Jakmile klapka této polohy dosáhne, vyšle ŘJM požadavek o dosažení druhé referenční polohy (otevření klapky). Tento požadavek klapka vykoná, úsek 3. Na tomto záznamu je patrná zvýšená prodleva dosažení klapky úplného otevření při zapnutí zapalování.

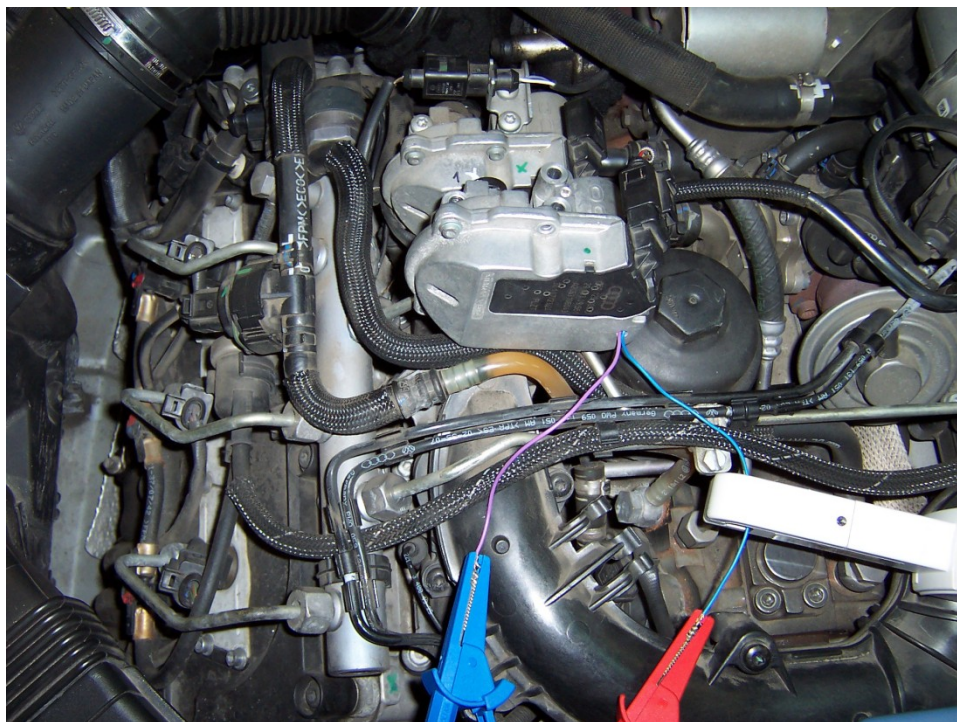


Obrázek 29 Průběh trendu střídání po zapnutí zapalování (detail)

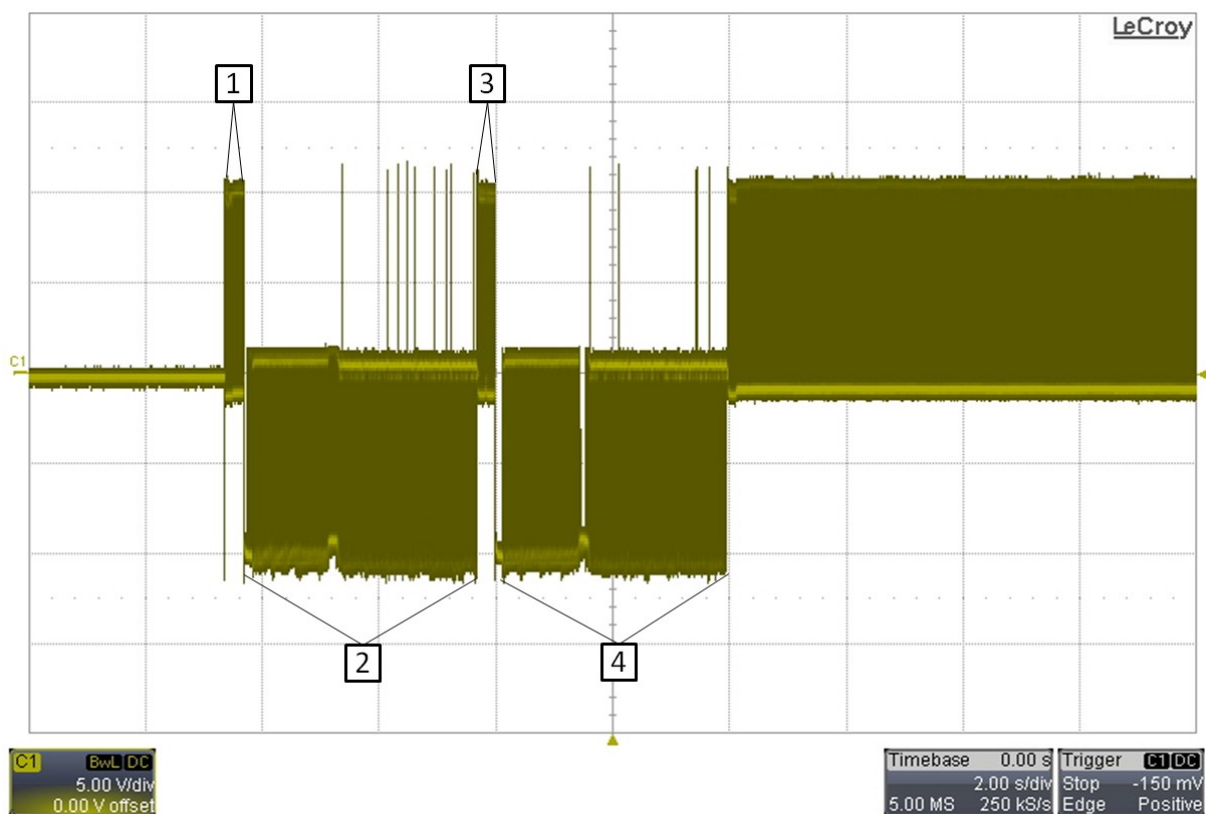
Na záznamu z obrázku 29 je zobrazeno detailněji místo, kdy se klapka při zapnutí zapalování úplně otevře. Úsek 1 značí pokles střídání na hodnotu 7,972 %, což značně překračuje toleranční mez. Z průběhu je patrné, že klapka reaguje na prvotní požadavek ŘJM o úplné otevření s velkou prodlevou a dále překročí spodní mez otevření klapky.

2.2.4 Měření na motorku elektronické klapky sání

Motorek klapky (seřizovač klapky) byl rozebrán a na napájecí svorky motorku byly připájeny drátky. Do pouzdra seřizovače klapky byla navrtána díra, přes kterou byly drátky z napájení motorku vyvedeny ven. Následně byl motorek napojen na konektor pravé klapky sání (Bank 1) umístěné na pravém bloku motoru. Cílem bylo změřit signál přímo na motorku klapky a zjistit tak, jestli dochází ke změně polarity při zpětném pohybu klapky (pohybu s pružinou).



Obrázek 30 Měření na motorku elektronické klapky sání



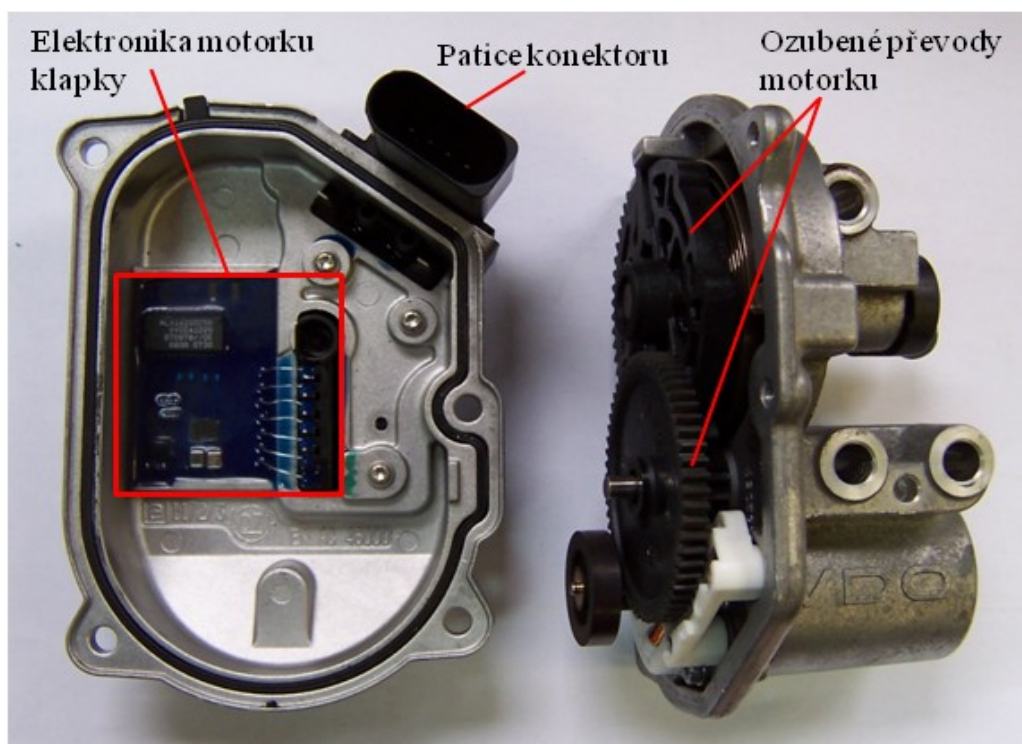
Obrázek 31 Průběh řídicího napětí seřizovače klapky při zapnutém zapalování

Na obrázku 31 je znázorněn průběh řídicího napětí na motorku seřizovače klapky při zapnutí zapalování. Při zapnutí zapalování dojde k pohybu klapky do otevřené polohy.

Jelikož tomuto pohybu do otevřené polohy klapky pomáhá pružina, je najetí do této polohy uskutečněno velmi rychle a to za 323,5 ms. Ve druhém úseku je vidět změna polarity, dochází k pohybu proti pružině a celková doba přestavení klapky do polohy zavřeno trvá 3,847 s. Tento děj je zopakovaný ještě jednou. Úsek č. 3 značí otevření a úsek č. 4 zavření klapky. Časy přestavení se téměř neliší od předchozích uvedených. Otevření trvá 397 ms a zavření 3,487 s. Tímto měřením bylo dokázáno, že zde dochází ke změně polarity při přestavování klapky z jedné polohy do druhé.

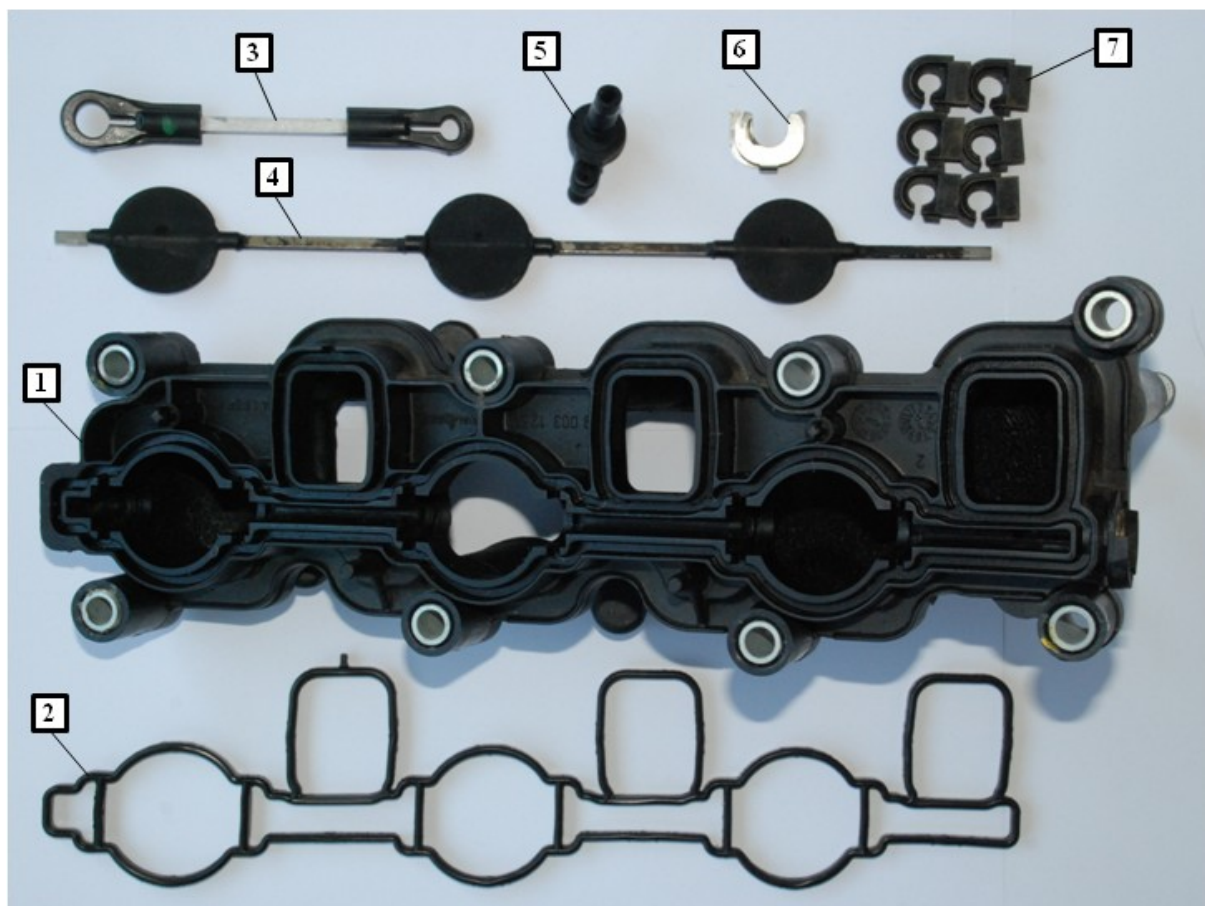
2.3 Zhodnocení výsledků měření

Z naměřených výsledků bylo zjištěno, že u elektronických klapek nevykazujících žádnou závadu, dochází při zapnutí zapalování k najíždění klapky do obou referenčních poloh pouze jednou. Pokud těchto referenčních poloh elektronické klapky dosáhnou včas a bez překročení přípustných mezí, jsou vyhodnoceny ŘJM jako bezproblémový subsystém. Při následném startu a akceleraci motoru reagují elektronické klapky sání s velkou přesností a mění se jejich poloha v závislosti na otáčkách motoru. Naproti tomu z naměřených výsledků u elektronických klapek sání vykazujících závadu bylo zjištěno, že klapky se snaží dosáhnout referenčních poloh při zapnutí zapalování opakovaně (několikrát). Pokud dojde k překročení jedné z referenčních hodnot nad přípustnou mez, nebo není-li dosaženo polohy přestavení klapky včas, vyhodnotí ŘJM klapku jako závadnou. Subsystém vykazující závadu pracuje v nouzovém režimu. Po startu motoru a následné akceleraci motoru, zůstává klapka zavřená a nereaguje na změny otáček motoru. Zajímavá situace nastala v případě, kdy došlo k zastavení motoru s okamžitým opětovným startem. Elektronická klapka sání neměla dostatečně dlouhou dobu na nastavení klapky do referenčních poloh, čímž ŘJM nemohla vyhodnotit subsystém klapky sání za závadný. Klapky při akceleraci reagovaly jako bezzávadný systém. Reakce ovšem nejsou tak přesné jako u naměřených průběhu z bezzávadných klapky. Dále bylo zjištěno, že signál požadavku ŘJM (3) a signál zpětné vazby klapky (4) se liší frekvencí. Zatímco signál z ŘJM má frekvenci 244,17 Hz, signál z klapky 250,03 Hz. Tato rozdílná frekvence způsobuje zpoždění signálu ŘJM oproti signálu z klapky o 166,67 ms. Při měření na vývodech napájení motorku klapky bylo zjištěno, že v motorku klapky dochází ke změně polarity při zpětném pohybu klapky.



Obrázek 33 Rozebrané tělo motorku elektronické klapky sání

Na obrázku 33 je zobrazeno rozebrané tělo motorku skládající se ze dvou částí, které jsou k sobě připevněny čtyřmi šrouby. Jedna půlka těla je osazena řídicí elektronikou motorku a druhou část těla tvoří ozubené převody včetně motorku, sloužící pro samotný pohon klapky.



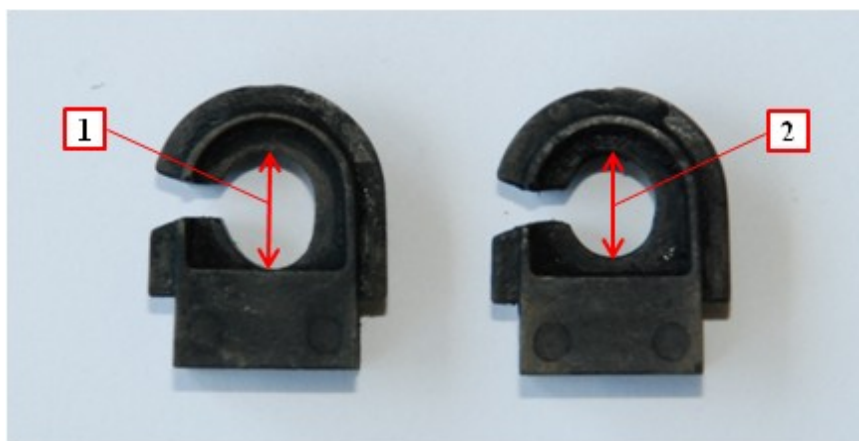
Obrázek 34 Komponenty rozebrané elektronické klapky sání

Popis jednotlivých komponent

- 1 - Tělo celého mechanismu elektronické klapky sání
- 2 - Těsnění
- 3 - Tlačná tyč - přenáší sílu z motorku na otočný kloub (5) k ovládání klapky (4)
- 4 - Osa s otočnými klapkami
- 5 - Otočný kloub k ovládání klapky (4)
- 6 - Bezpečnostní pojistka otočného mechanismu (5)
- 7 - Pouzdra pro uložení osy s otočnými klapkami (4) do těla celého mechanismu (1)

3.2 Závady vznikající na komponentech klapky

Zde je uveden souhrn všech možných mechanických závad, které se vyskytují na komponentech elektronických klapky sání. Níže popsané mechanické závady nepříznivě ovlivňují funkci mechatronického systému klapky sání. Vlivem nadměrného opotřebení komponent klapky vznikají vůle, které jsou hlavní příčinou závad elektronických klapky sání.



Obrázek 35 Lůžka (pouzdra) uložení osy klapky

Na obrázku 35 je patrný rozdíl ve velikosti děr v pouzdrech pro uložení osy klapky. Všechny tyto pouzdra by ale měly mít stejnou velikost. Na základě těchto rozdílů pak dochází k vyosení a zhoršené funkčnosti osy klapky při natáčení se. Pouzdro číslo 2 má velikost díry 6,9 mm a je umístěno jako první hned za otočným kloubem. Pouzdro číslo 1 má velikost díry 7,82 mm a je umístěno jako poslední. Rozdíl mezi prvním a posledním pouzdem tedy činí 0,92 mm. Toto má za následek přesazení požadované polohy při natáčení klapky vlivem zvýšených vůlí. Hlavní příčina tohoto problému je v použitém materiálu, který působením tření ubývá.



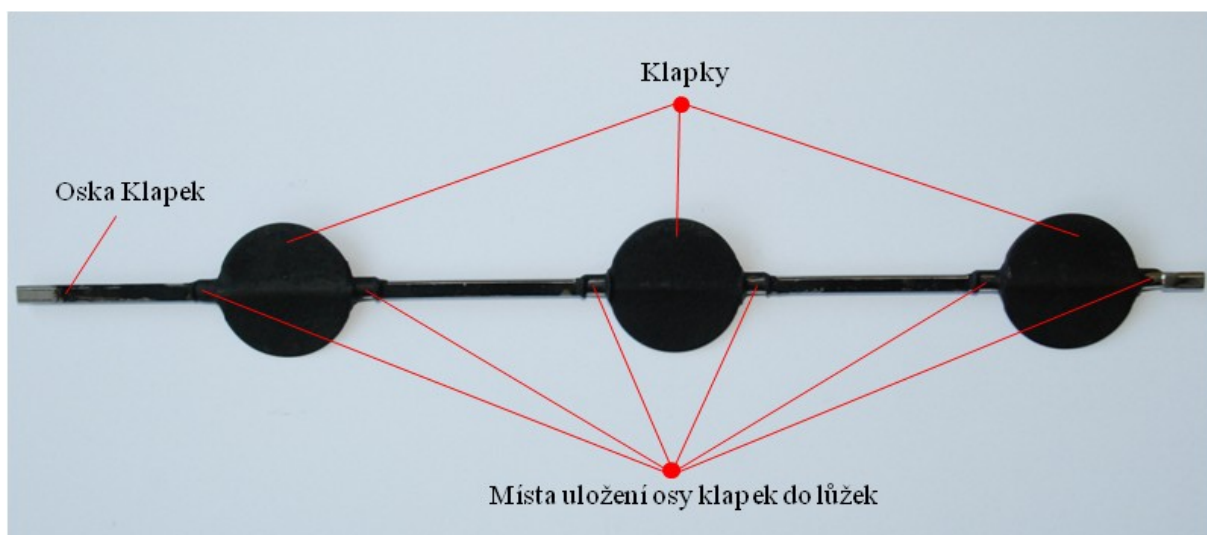
Obrázek 36 Otočný kloub vsunutý do osy klapky

Díra, která slouží pro vsunutí osy klapky je větší než samotná osa klapky. Proto nedochází k úplně ideálnímu přenosu síly z kloubu na osu. Vzniklá vůle se pravděpodobně časem a namáháním bude zvětšovat. Tato vzniklá vůle se může nepříznivě projevit na možném nedosažení, či překročení požadovaných mezí, při nastavování elektronické klapky sání do referenčních poloh.



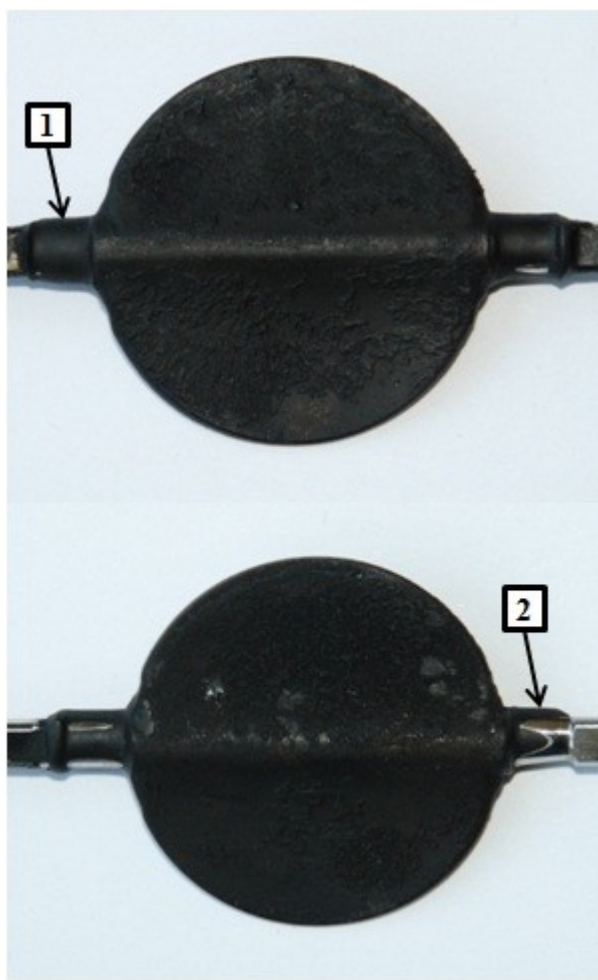
Obrázek 37 Tlačná tyč klapky sání

Tlačná tyč je na jednom konci upevněna na pohyblivém kloubu motorku a na druhém konci je spojena s otočným kloubem, který je vsunut do osy klapky. Vůle vznikají především ve větším otvoru, který je napojen na otočný kloub vsunutý do osy klapky. Tyto vůle způsobují zhoršený přenos síly a vyosení, které následně může způsobovat nedosažení jedné z referenčních poloh při pohybu klapky.



Obrázek 38 Osa klapky

V místech spojení osy klapky s pouzdry uložení vzniká vlivem tření úbytek materiálu, který pak způsobuje velké zvětšení vůlí, viz pouzdra uložení. Na následujícím obrázku je zobrazeno v detailu úbytek materiálu v místě uložení.



Obrázek 39 Detail úbytku hmoty osy klapky

Na obrázku 39 je zobrazen detail úbytku materiálu v místě spojení osy klapky s pouzdry uložení. Je zde uvedeno porovnání. V místě 1 je na ose klapky dostatek hmoty, naproti tomu v místě 2 je zobrazen úbytek hmoty. Úbytek hmoty má za následek zvýšené vůle, které se mohou projevit přesažením požadované polohy při natáčení klapky.

3.3 Předpokládané možnosti řešení závad vznikajících na elektronických klapkách

Vzhledem k narůstajícímu počtu vyskytujících se poruch elektronických klapek sání u automobilů značky VW a Audi konkrétně u verzí s motory 2,7 TDi a 3,0 TDi, se začala projevovat snaha různých firem, o nápravu této problematiky. V současné době se na trhu objevuje několik způsobů, které řeší vzniklé závady na subsystému klapky. Jedním ze způsobů je softwarová úprava ŘJM, která trvale vyřadí klapky z činnosti. Dále se začala prodávat opravná sada a v neposlední řadě i kompletní repasované klapky. O možných dostupných způsobech, které by měly vést k odstranění závad vznikajících u elektronických klapky sání, je psáno níže.

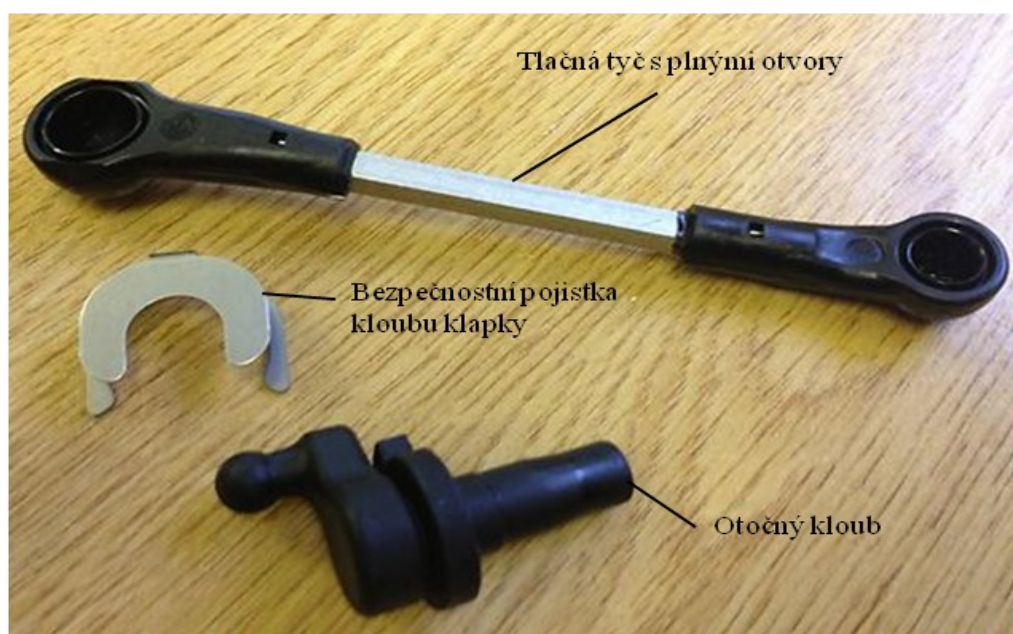
3.3.1 Deaktivace elektronických klapek sání

Jednou z možných variant jak se trvale vyhnout závadám subsystému klapek, je jejich softwarová deaktivace v ŘJM. Tuto deaktivaci nabízí řada renomovaných firem zabývajících se diagnostikou automobilu. Princip této metody spočívá v načtení flash paměti ŘJM přes diagnostickou přípojku automobilu. V načtených datech je zakomponována poloha klapek ve formě kódů. Je důležité přesně vědět, který kód udává informaci o klapkách. Následuje přepsání příslušného kódu a následné nahrání dat zpět do ŘJM. Tímto způsobem se vyřadí natrvalo elektronické klapky sání z činnosti, zůstávají trvale otevřeny. ŘJM o klapkách vůbec neví. Firmy, které tuto službu nabízejí, si tyto informace chrání. Cena tohoto zásahu se pohybuje v rozmezí od 5 do 9 tisíc Kč. Vyřazení klapek z činnosti se nepříznivě projevuje především v nízkých a volnoběžných otáčkách motoru. V tomto provozním režimu motoru mají být klapky zavřeny, aby docházelo ke spalování především výfukových plynů z EGR. V případě, kdy jsou klapky trvale otevřeny, proudí do sacího kanálu příliš velké množství čerstvého vzduchu, což má za následek nedokonalé prohoření směsi. Následkem toho dojde k navýšení emisí. Většina vozidel Audi s motorizací 2,7 TDi a 3,0 TDi jsou vybavena filtrem pevných částic (DPF), který odstraňuje z výfukových plynů karcinogenní pevné částice (saze). Trvale otevřené elektronické klapky sání mají nepříznivý vliv na DPF, který se následkem vyřazení z činnosti klapek přicpává rychleji a jeho životnost se rapidně snižuje. Při částečně ucpaném DPF se nejdříve rozsvítí kontrolka na přístrojové desce a částečně sníží výkon. Při úplném zacpání většinou už automobil ani běžným způsobem nejde nastartovat. Filtr pevných částic je velmi nákladné zařízení s cenou kolem 50 tisíc Kč. Pokud se někdo rozhodne pro softwarovou deaktivaci klapek, je doporučeno odstranit i filtr pevných částic. Odstraněním DPF dojde ke snížení spotřeby u většiny automobilů průměrně o cca 0,6 l/100 km, ale má to nepříznivý vliv na ekologii. Elektronické klapky sání a filtr pevných částic jsou do vozidla montovány především z důvodu docílení co nejlepších emisních norem, které se stále zpřísňují.

3.3.2 Opravná sada elektronické klapky sání

V mnoha případech je závada způsobena rostoucí vůlí vznikající v otvorech tlačné tyče. Do těchto otvorů tlačné tyče jsou napojeny otočné klouby. Jeden je umístěn na motorku klapky a druhý kloub je vsunutý přímo do otvoru těla klapky, kde je do něj vsunuta osa klapky. Se zvyšujícím se počtem najetých kilometrů se otvory postupně

zvětšují. Tyto zvětšené otvory mají vůle, které se mohou projevit nedosažením jedné z referenčních poloh při nastavování klapek. Tato závada se dá velmi jednoduše zjistit. Tlačné tyče obou klapek jsou poměrně snadno přístupné. Kontrola se provede úchopem tlačné tyče a následným stlačením proti pružině. Tlačná tyč by neměla vykazovat žádnou vůli, pokud vykazuje, je to jedna z možných závad. V takovém případě se dá koupit opravná sada, která obsahuje novou tlačnou tyč, otočný kloub osy klapky a bezpečnostní pojistku. Tlačná tyč se oproti původní liší především zesílenými, plnými otvory pro napojení na otočné klouby. Tato sada se dá vyměnit bez demontáže sacího potrubí. Stačí oddělat tlačnou tyč z horní a dolního kloubu. Následně pomocí plochého šroubováku odjistit bezpečnostní pojistku umístěnou na kloubu klapky a vyjmout plastový kloub vsunut do osy klapky. Opačným způsobem se provede montáž nových dílů. Následně provedeme diagnostiku elektronické klapky sání. Pokud se již závada nevyskytuje je za velmi příznivou cenu, okolo 400,- Kč úspěšně provedena nenáročná oprava. V případě, že se závada i po obměně komponent objevuje stále, bude nejspíše potřeba provést demontáž sacího potrubí a zkontrolovat vůle uložení klapky. Tato opravná sada řeší jen část případů závad elektronických klapek sání.

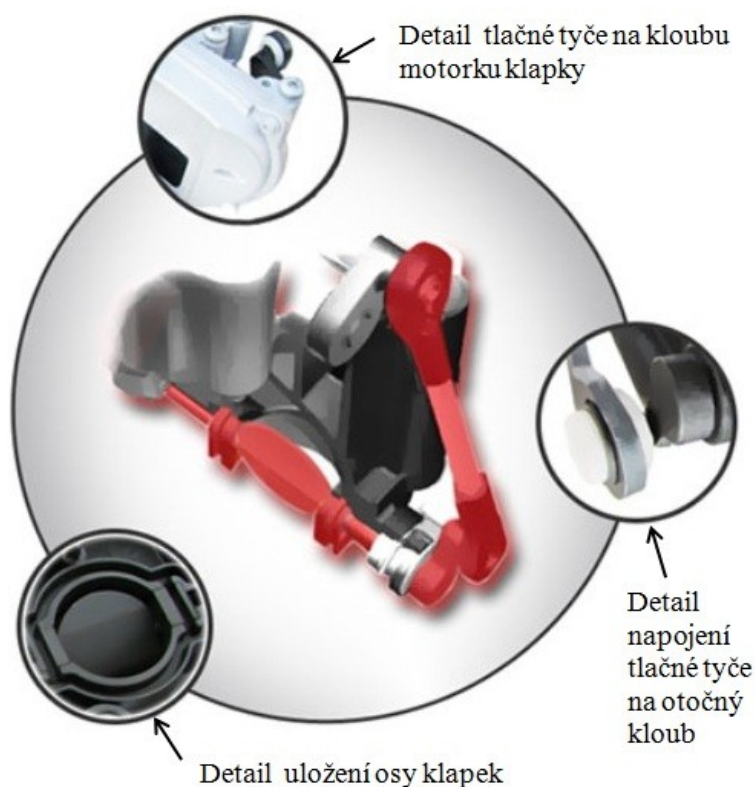


Obrázek 40 Opravná sada elektronické klapky sání

3.3.3 Repasované elektronické klapky sání

V případě, kdy je při demontáži elektronických klapek sání zjištěna nadměrná vůle v uložení klapky, která se projevuje při provozu přesazením požadované polohy při

natačení klapky, nepomůže pouze výměna tlačné tyče. Na trhu je již k dostání kompletní repasovaná klapka sání. Tato sada vznikla vykucháním opotřebované klapky, která vykazovala závadu. V repasované klapce je kompletně obměněno uložení osy klapky, včetně nových pouzder, které jsou vyrobeny z vyztužených materiálů. Dále sada obsahuje nový otočný kloub vsunutý do osy klapky a novou tlačnou tyč. Na tuto repasovanou sadu je poskytnuta roční záruka, bez omezení počtu najetých kilometrů. Na níže uvedeném obrázku, jsou červeně vyznačeny repasované části klapky. Cena dvou kompletně repasovaných sad se pohybuje v rozmezí od 6 do 9 tisíc Kč. Tyto sady se prodávají bez seřizovačů klapky, protože se předpokládá využití původních motorků, pokud nevykazují závadu. Je to jedna z možných variant pro uživatele, kteří chtějí ušetřit nemalé peníze. Tato kompletní sada vyjde při koupi obou kusů na třetinovou cenu oproti novým kolektorům ze značkového servisu Audi. Je třeba taky uvést fakt, že tato sada nepochází z originální výroby Audi, není znám přesný původ a vznik, neprošla adekvátními testy (teplotní, životnostní zkoušky). Jde tedy o neodzkoušený způsob nápravy porouchaných klapek sání, který může být příslibem do budoucna pro nespokojené majitele vozidel, u nichž se vyskytuje mechanický problém se subsystémem klapek.



Obrázek 41 Detail repasovaných částí elektronické klapky sání

Závěr:

Cílem diplomové práce bylo vypracovat rešerši popisu elektronických klapek sání, motoru Audi 2,7 TDi a 3,0 TDi, s následným praktickým ověřením funkčních vlastností tohoto subsystému na reálném vzorku. Další důležitou částí této diplomové práce bylo provedení analýzy možných závad tohoto subsystému, s následným návrhem doporučených řešení, které vedou k eliminaci těchto závad.

V úvodu jsou popsány komponenty sacího systému, konkrétně pro vznětové motory 2,7 TDi a 3,0 TDi automobilky značky Audi. V této části se rovněž nachází detailní popis funkčních vlastností elektronických klapek sání a je zde uveden příklad řízení motoru, konkrétně 3,0 TDi 165 kW. Veškeré informace o elektronických klapkách sání byly přeloženy ze zahraniční literatury, protože v českém jazyce neexistuje žádná publikace, zabývající se tímto subsystémem.

Následující část diplomové práce navazuje na získané teoretické poznatky, které byly zjištěny o elektronických klapkách sání. Praktickým měřením pomocí osciloskopu LeCroy, byla ověřena funkce a chování tohoto subsystému v závislosti na provozním režimu motoru. Nejdříve byla provedena důkladná analýza chování elektronických klapek sání u vozidla Audi s motorem 2,7 TDi, kde tento subsystém nevykazoval žádnou závadu. Následovala analýza elektronických klapek sání, které vykazovaly závadu, a jejich činnost byla omezena. Měření proběhlo také na motorku klapky, kde byl zjištěn průběh řídicího napětí. Dosažené výsledky měření poskytují věrné a fakticky správné průběhy jak dobrých, tak i špatných elektronických klapek sání.

Poslední pasáž této práce se zabývá popisem možných závad, které vznikají na elektronických klapkách sání. Závady, které na tomto subsystému vznikají, jsou čistě mechanického původu. Vlivem nadměrného opotřebení komponent klapky vznikají vůle, které jsou hlavní příčinou závad elektronických klapek sání. Aby bylo možno lokalizovat a detailněji popsat vznikající závady, byl vadný vzorek klapky rozebrán. Dále jsem získával informace, které se zabývají možnými způsoby odstranění závad. Tyto nabitě poznatky jsem na závěr diplomové práce shrnul, jako možné dostupné způsoby, které by měly vést k odstranění závad, vznikajících u elektronických klapek sání.

Práce nabízí přesné a ucelené informace o elektronických klapkách sání, poskytuje metodiku jak postupovat při analýze a měření. Dále nabízí vybrané metody odstranění závad, které vznikají na tomto subsystému. Získané výsledky mohou posloužit k dalšímu

rozvoji metod, které povedou k úspěšnému odstranění vznikajících problémů a mohou osvětlit tuto problematiku i pro širokou či odbornou veřejnost. Servisní střediska dnes stále řeší tyto závady výměnou celých bloků klapek, což je velmi drahé a koncový uživatel tedy hledá i jiné možnosti. Ty existují, jen je ještě nikdo nezpracoval tak, aby všechny byly na jednom místě.

Seznam použité literatury

- [1] VLK, F. Příslušenství vozidlových motorů, 1. vydání. Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, Brno 2002, 338 s. ISBN 80-238-8755-6
- [2] KAMEŠ, J. Spalovací motory, 2. vydání. Praha, ČZU-TF 2010. 193 s. ISBN 80-213-0895-8
- [3] MICHŇOVÁ, I a Z MICHŇA. Příručka pro automechanika. Praha: Sobotáles, 2001, 629 s. ISBN 80-85920-76-X (váz).
- [4] RAUSCHER, J. Vozidlové motory. Studijní opory. VUT FSI Brno, 2004
- [5] The 3.0l V6 TDI engine: Self-Study Programme 350 [cit. 2013-11-01]. Dostupné z: http://www.volkspage.net/technik/ssp/ssp/SSP_350.pdf
- [6] AUDI A6 `05 Assemblies: Self- Study Programme 325 [cit. 2012-28-12]. Dostupné z: http://www.volkspage.net/technik/ssp/ssp/SSP_325.pdf
- [7] VONDRÁČEK, V. Optimalizace sacího potrubí zážehového motoru. Brno, 2011. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [8] HADRAVA, M. Sací systémy spalovacích motorů. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [9] BOSH, R. Systém vstřikování s tlakovým zásobníkem Common Rail pro vznětové motory. Praha: Robert Bosch, 2005. ISBN 80-903132-7-2.
- [10] Vznětové motory 1,9 l/50kW SDI, 1,9 l/81 kW TDI [cit. 2013-12-03]. Dostupné z: <http://www.skolahostivar.cz/DownloadPF/22.pdf>
- [11] ŠTĚRBA, P, J ČUMPERA a A POLCAR. Diagnostika motorových vozidel II. Brno: AVID, 2011, 181 s. ISBN 978-80-87143-19-3.
- [12] H-diag: Automobilová diagnostika sériová [online]. [cit. 2013-25-4]. Dostupné z: <http://www.h-diag.cz/news/seriova-diagnostika/>
- [13] *AUDI 3.0 V6 TDi: Self-Study Programme 941803*. 2009 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: http://www.1stcallhosting.com/tech/audi/view.php?sess=0&parent=1940&expand=1&order=f_size&curview=0&ASC=ASC&id=317&action=file_details¤tdb=0.pdf

Seznam příloh

Tištěné přílohy

Příloha A: Seznam motorizací 2,7 TDi a 3,0 TDi obsahující elektronické klapky sání

Elektronické přílohy

Příloha B: Video zobrazující vůle na tlačné tyči elektronických klappek sání

Příloha C: Video zobrazující vůle v uložení elektronických klappek sání